

BIBLIOTHÈQUE

DES

LIVRES UTILES.

MÉCANIQUE

DES

OUVRIERS, ARTISANS ET ARTISTES.



Paris Imp de F. Locquin, r. N.-D des Victoires.



MÉCANIQUE

DES OUVRIERS,

ARTISANS ET ARTISTES,

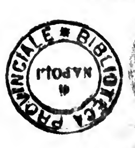
TRADUITE DE L'ANGLAIS SUR LA 9e ÉDITION,

Par M. BULOS,

TRADUCTEUR DE LA CHIMIE AGRICOLE.

TOME DEUXIÈME.

Des Arts sur Métaux & sur Bois, des Outils qui s'y rapportent, des Constructions.





PARIS

LIBRAIRIE DE MAISON,

Quai des Augustins, 29.

—

1843



MÉCANIQUE

DES

ARTISANS, OUVRIERS ET ARTISTES.

EXERCICES MÉCANIQUES.

Du fer.

De toutes les substances métalliques, le fer est la plus utile, et celle qui est le plus généralement employée. On trouve ce métal dans les plantes, dans les fluides animaux, dans les sables, les argiles, l'eau de rivière, de source, dans la pluie, la neige, et plusieurs parties du globe comptent des montagnes entières composées de fer. Si l'usage en était perdu pour l'espèce humaine, les arts et les sciences tomberaient en décadence, et la civilisation rétrograderait rapidement. En cherchant quelles sont les propriétés et les qualités qui le rendent si précieux dans les arts, nous croyons intéresser les lecteurs en général, mais surtout l'artisan, dont le premier soin est de se procurer des outils convenables à son travail. Chacun des détails dans lesquels nous entrerons lui suggérera

des idées qui lui feront mieux connaître la matière, et le guideront dans ses travaux mécaniques.

Le fer est employé dans trois états : en fonte, en fer forgé, et en acier. La fonte de fer est le métal dans son premier état; elle devient fusible, par sa combinaison, avec deux substances que les chimistes nomment *carbone* et *oxigène.* Dans les travaux en grand, la mine cassée en morceaux est mêlée à une portion de pierre calcaire qui en facilite la fusion, puis jetée dans des fourneaux qui ont de seize à trente pieds de haut, avec du charbon ou du coke en proportion convenable. Le fond du fourneau est rempli de combustible seulement, le feu est activé par de forts soufflets qui lui donnent une chaleur très-intense; le métal se réduit, coule et se rassemble au fond. On remet de la mine et du combustible, jusqu'à ce que le bain s'élève presqu'à l'ouverture du soufflet. On débouche alors un trou ménagé dans le fourneau, et il coule en grosses pièces qu'on appelle saumon. Un fourneau donne ordinairement de deux à cinq tonneaux de fer par jour, selon la richesse de la mine et le soin que l'on prend dans la conduite de l'opération. Les minerais de fer combiné avec la magnésie sont très-réfractaires; ceux qui contiennent du soufre et de l'arsenic doivent être grillés avant que d'être mis au fourneau de fusion.

La fonte de fer est de différentes qualités; celle qui est appelée n° 1, et dont la fracture est brune, coule très-fluide et convient pour faire des grilles et des ouvrages d'ornemens. Elle sert à fabriquer les pièces de coutellerie, les fourchettes, les ciseaux, les hameçons et les aiguilles : ces objets acquièrent par la trempe une malléabilité considérable, et peuvent se souder, quand on a besoin d'une grande force, comme dans les roues d'une forte dimension, les poutres, les piliers, ou les chemins de fer. La fonte n° 2, qui contient une très-petite portion de charbon, est préférable. La proportion de ce corps, dans les fontes de fer, varie, suivant les sortes, depuis un cinquième jusqu'à un vingt-cinquième. La fonte contient aussi quelquefois du phosphore; dans ce cas elle a une cassure blanche, et doit être rejetée, à cause de son excessive dureté, dans tous les ouvrages qui sont destinés à être tournés ou coupés au ciseau. Il est bon de remarquer que plus le métal est blanc, plus il est dur. La fonte prend de l'expansion en passant de l'état fluide à l'état solide, et, par conséquent, remplit exactement la capacité du moule dans lequel elle est versée; circonstance qui la rend d'autant plus précieuse.

On convertit la fonte ou fer cru en fer forgé, en la tenant long-temps à l'état de fusion, et en agitant souvent le bain. L'oxigène et le carbone

qu'il contient se combine pour former du gaz acide carbonique qui s'échappe ; le fer devient alors moins fusible et prend de la consistance ; c'est un signe auquel les ouvriers reconnaissent qu'il est temps de le soumettre à l'action répétée du martinet, ou à la pression régulière de forts cylindres d'acier. Ils séparent ainsi le fer cru qui est resté fluide de celui qui est devenu malléable, ductile, compacte, d'une texture fibreuse et totalement infusible. C'est alors le fer en barre du commerce.

La perte de poids éprouvée par le fer dans l'opération de l'affinage est considérable; elle s'élève généralement au quart, et va quelquefois à moitié.

Forgé, ou à l'état de fonte, le fer varie beaucoup en qualité ; ainsi il est quelquefois malléable à chaud et à froid : tel est le fer que l'on emploie ordinairement. On le reconnaît en général à la surface égale de la barre, lorsqu'elle ne présente pas de veines transversales ou de ruptures sur les angles, qu'elle a un grain petit et serré, et une texture fibreuse. Le meilleur et le plus doux des fers est celui qui a les fibres les plus fines, et qui est d'une couleur gris clair. Cette apparence fibreuse provient de la résistance qu'opposent les particules du métal quand on veut les séparer. La contexture du fer de la qualité suivante, qui est aussi malléable à

toute température, est en petits grains mêlés avec la fibre. L'autre espèce est malléable à chaud et se brise à froid, on la reconnaît à de larges paillettes brillantes et sans fibres. Ce fer est moins susceptible de se rouiller que les autres. Une quatrième espèce est cassante à chaud, et malléable à froid; on voit, à la surface et aux angles de cette espèce de fer, des fissures ou cassures; sa couleur intérieure est entièrement noire.

La qualité du fer peut s'améliorer beaucoup par la compression ou le martelage, surtout quand on ne l'expose pas, pour lui faire subir ces opérations, à une chaleur assez prolongée et assez violente pour altérer et détruire ses propriétés métalliques. Je le répète, la percussion qui rend ordinairement le fer plus malléable lui ferait perdre cette qualité si on la prolongeait trop long-temps.

L'acier se fait avec le fer le plus pur et le plus ductile, par un procédé qu'on appelle cémentation. Il consiste à placer alternativement un lit de barres de fer et un lit de charbon en poudre dans un fourneau convenable, et à tenir le feu à un haut degré d'intensité pendant huit ou dix jours. On juge des progrès de l'opération à l'aide d'une barre d'essai. Quand on a reconnu que la totalité est convertie en acier, on cesse le feu, et on laisse refroidir le four-

neau pendant six ou huit jours. L'acier ainsi obtenu prend le nom d'acier-poule. En Angleterre on ne se sert, pour cette opération, que du charbon ; mais Duhamel pense qu'il est plus avantageux d'employer un quart ou un tiers de cendres de bois, surtout si le fer n'est pas d'une excellente qualité et capable de produire l'acier qui réunisse la ténacité à la dureté. Ces cendres rendent l'opération moins prompte, mais donnent un acier aussi dur et plus flexible. Les ampoules dont la surface des barres est couverte sont plus petites et plus nombreuses. On a aussi remarqué que, si on trempe les barres dans l'eau de mer avant de les mettre dans le fourneau, on obtient un acier qui a plus de corps. Quand la cémentation est trop prolongée, il est poreux, cassant, d'une fracture noirâtre, plus fusible, et incapable d'être soudé. Lorsqu'il est au contraire cémenté avec des terres infusibles en poudre, il perd ses qualités, et revient graduellement à l'état de fer forgé. Les chauffes trop répétées à la forge produisent le même effet.

Le fer soumis à la cémentation éprouve dans ses propriétés des changemens remarquables, acquiert une légère augmentation de poids qui peut aller d'un 150 à un 200me. Il est plus cassant et plus fusible, et peut être soudé au fer, s'il n'a pas été trop chauffé ou trop

cémenté, et même être durci ou adouci par la trempe. Si on le porte au rouge, et qu'on le refroidisse instantanément, il acquiert un degré de dureté suffisant pour couper presque toutes les substances; mais, s'il est refroidi lentement, il devient presque aussi doux que le fer, et peut recevoir facilement toutes les formes; une tige d'acier, dans son état ordinaire de dureté, peut être cassée aussi facilement qu'une tige de verre de mêmes dimensions. On peut affaiblir sa fragilité en diminuant sa dureté, et c'est dans le soin que l'on prend de graduer cet état que consiste l'art de la trempe. Les couleurs que présente successivement la surface quand l'alliage est chauffé lentement, sont le jaune pâle, le jaune de paille, la couleur d'or, le brun, le violet et le bleu. Ces signes guident pour lui donner la dureté dont il a besoin. S'il est trop dur, il n'est pas propre à la fabrication des instrumens qui doivent avoir un tranchant fin; il est trop cassant et s'ébrécherait avec facilité. Si au contraire il est trop mou, il fournit un tranchant qui s'émousse aisément. Quelques ouvriers enferment dans une caisse de fer les outils qui doivent être trempés; ils la font chauffer lentement, et versent à la fois toutes les pièces dans l'eau, de manière qu'elles restent le moins possible en contact avec l'air. Cette méthode produit de bons résultats, la chaleur est plus éga-

lement appliquée, et les pièces sont moins écaillées par le contact de l'air. Si elles ne le sont pas, on les passe sur la pierre, puis on les pose sur du charbon rouge, sur du plomb fondu, ou sur la surface d'une barre de fer rouge, jusqu'à ce qu'elles aient acquis la couleur désirée; puis on les plonge dans l'eau froide. La couleur jaune convient à la trempe des outils qui ont peu de tranchant; la couleur paille, d'or et le brun, aux canifs, rasoirs et burins; le pourpre, aux ciseaux à couper les métaux et particulièrement le fer; le violet, aux ressorts et aux instrumens employés à couper les substances molles, comme le liége, le cuir et autres semblables. Si on n'atteint que le bleu faible, la dureté de l'acier excédera à peine celle du fer. Quand l'acier doux, chauffé à une de ces couleurs, est immergé dans l'eau, il n'acquiert pas un aussi grand degré de dureté que s'il était trempé très-dur, et qu'il fût ramené à l'une de ces couleurs au moyen du recuit. Le degré de chaleur nécessaire pour durcir l'acier diffère suivant les espèces. La meilleure qualité ne demande qu'une faible couleur rouge.

L'acier prend une contexture plus uniforme par la fusion; il est alors appelé acier fondu. Il se travaille plus difficilement que l'acier ordinaire, parce qu'il est plus fusible, et qu'il se disperse sous le marteau quand il est chauffé au

bleu. L'acier fondu d'Angleterre se fait avec des fragmens ou des rognures de pièces d'acier. On en remplit un creuset d'environ dix pouces de haut sur sept de large; on place ce vase dans un fourneau à vent, comme celui des fondeurs, mais plus petit parce qu'il ne contient qu'un pot; il est également muni d'un couvercle et d'une cheminée qui augmentent le tirage. On le remplit entièrement de coke, et au bout de cinq heures la fusion est complète. On coule l'acier en lingots, puis on le forge comme de l'acier ordinaire, mais avec moins de chaleur et plus de précautions, parce qu'il est plus fragile. Sa contexture uniforme le rend précieux, en fait étendre chaque jour l'usage; mais il ne peut être employé à des ouvrages d'un grand volume, attendu la difficulté avec laquelle il se soude, et la facilité avec laquelle il se détériore au feu. L'acier fondu donne les tranchans les plus fins, et reçoit le plus beau poli dont les combinaisons ferrugineuses soient susceptibles; il est employé pour la coutellerie la plus fine; et, quoiqu'il puisse se couler en lingots, il est trop peu fluide pour fournir de très-petites pièces. On augmente sa ténacité en le forgeant à une basse température, ou même quand il est froid, ce qui n'a pas lieu par une forte chaleur. Les outils qui en sont formés, et qui sont destinés à couper le fer ou les autres métaux, ne sont pas

adoucis ou recuits, mais on règle la chaleur avec soin, et c'est en la ménageant d'une manière convenable qu'on obtient la dureté voulue. L'acier fondu, recuit à la couleur paille, est presque aussi doux que les autres espèces ramenées au pourpre ou au bleu.

Un mode convenable de tremper un grand nombre de pièces à la fois et de les chauffer uniformément, quelque irrégulier que soit leur volume, est de les placer dans un vaisseau adopté à cet objet, de les couvrir d'huile ou de suif, et de les placer sur le feu ou sur une lampe jusqu'à ce qu'ils aient acquis une chaleur suffisante. C'est de cette manière qu'on trempe les pignons et les verges de montres; quelquefois on opère sur plusieurs douzaines à la fois aussi promptement que sur une seule pièce. Voici comment on peut reconnaître le degré de la trempe. Quand le suif fume, il indique la trempe couleur de paille; si la chaleur augmente, la fumée devient plus abondante, et dénote que la couleur passe au brun; alors elle donne une trempe qui peut être travaillée, tournée, et tirée à la fillière, quoique avec difficulté, et seulement quand on a employé une bonne qualité d'acier. Si le suif est échauffé au point qu'il s'en dégage une fumée noire, on a la trempe pourpre; l'acier alors se travaillera plus aisément, et sera encore assez dur pour beaucoup d'ouvrages: si

le suif s'enflamme à l'approche d'un corps embrasé, mais cesse de brûler quand celui-ci s'éloigne, on a la couleur bleue. Si son inflammation est spontanée, qu'il brûle seul, la trempe est imparfaite et ne peut plus servir pour l'horlogerie. Lorsqu'on veut s'éviter la peine de polir une pièce pour reconnaître sa couleur à la trempe, on peut la mettre dans l'huile ou le suif, et la régler également sur les indications que nous venons de donner. Quelques petits articles, comme les verges, les ressorts, n'ont pas besoin d'être trempés dans l'eau; il suffit de les agiter dans l'air ou de les jeter par terre pour qu'ils acquièrent une dureté suffisante. Les petits forets peuvent se durcir en les chauffant par la pointe à la flamme d'une chandelle, et les plongeant dans le suif, ou les agitant dans l'air, ou enfin les plaçant sur un morceau de fer froid; s'ils sont trempés trop dur, on peut les adoucir en mettant du suif à leur pointe, en les exposant à un demi-pouce au-dessus de la flamme d'une chandelle, et les y maintenant jusqu'à ce qu'ils commencent à fumer.

Le suif réussit parfaitement pour la trempe des forets et autres petits articles qui ont besoin d'une grande dureté sans être cassans. Il absorbe de la chaleur par sa fusion, tandis que l'huile durcit la surface plus que l'intérieur, et fait résister à la filière; mais il n'est pas si facile-

ment cassé par le martelage. Cet effet est dû à la faiblesse de sa puissance conductrice, et à la température élevée qu'elle demande pour se convertir en vapeur, ainsi qu'à une couche de charbon qu'elle dépose en brûlant, et qui retarde la transmission de la chaleur; quelques autres fluides, une solution de savon, par exemple, produisent le même effet. Le choix du liquide dans lequel on plonge l'acier est de la plus grande conséquence; le plus froid est celui qui durcit davantage. Quelques artistes préparent eux-mêmes différentes compositions pour cet usage; les uns emploient l'urine, les autres de l'eau chargée de sel commun, de nitre ou de sel ammoniac : les liqueurs salines donnent plus de dureté que l'eau commune, et l'eau forte, en particulier, possède cette propriété dans un degré éminent. Les limes sont couvertes avec de la lie de bière, du sel commun, et trempées, pendant qu'elles sont encore humides, dans une poudre de corne, de cuir ou d'autres matières animales brûlées; par ce moyen, non seulement elles ne peuvent s'écailler, mais le charbon animal et le sel qui les recouvrent les cémentent encore à la surface. Dès qu'elles ont acquis la couleur appelée rouge cerise, on les plonge dans l'eau pure.

L'acier auquel on veut communiquer le plus grand degré de dureté possible doit être trempé dans le mercure; il coupe alors le verre comme

le diamant ; mais ce moyen ne peut être exécuté qu'en petit.

On peut durcir le fer forgé en le trempant rouge dans l'eau ; mais l'effet n'a généralement lieu qu'à la surface.

L'acier dont on fabrique les instrumens tranchans doit être à grains serrés. Cette circonstance n'est pas toujours néanmoins un indice bien sûr ; la cassure peut varier suivant la trempe, et suivant que la chaleur est plus ou moins forte pendant le martelage. On voit même des aciers casser avec un grain très-serré, quoique de qualité médiocre. La manière la plus sûre de bien choisir est de porter le bout de la barre que l'on veut essayer au rouge obscur, et de la tremper de suite dans de l'eau froide et pure ; si elle coupe aisément le verre, qu'elle exige une grande force pour être rompue, quelle que soit sa fracture, elle est de bon acier. En général, une fracture nette en ligne courbe et une texture grise, sont un bon indice ; des filamens, des cassures, des paillettes brillantes, sont une preuve du contraire.

Si on applique de l'acide nitrique faible (eau forte) à la surface de l'acier poli, on voit paraître immédiatement une tache noire ; le métal au contraire ne change pas. Par ce moyen il est facile de reconnaître le fer ou l'acier qui possède la plus grande uniformité, et de découvrir les plus petites veines de la surface.

On peut réunir jusqu'à un certain point la dureté et le poli de l'acier avec le bas prix du fer malléable, par ce qu'on appelle la *trempe en paquet*, opération souvent pratiquée et qui devient chaque jour d'un plus fréquent usage. C'est une conversion superficielle du fer en acier qui diffère seulement de la cémentation, en ce qu'elle exige moins de temps. Quelques ouvriers font un grand secret de cet art ; ils emploient le salpêtre, le sel ammoniac, ou d'autres ingrédiens. Mais il est reconnu que le plus grand effet tient à la fermeture de la boîte et à la poudre de charbon. Les pièces qui doivent être trempées en paquet sont, après avoir été finies, mais non polies, stratifiées avec du charbon animal, et la boîte qui les contient lutée avec parties égales de sable et d'argile. Elle est placée au milieu du feu et tenue à une légère chaleur rouge pendant une demi-heure, au bout de laquelle tout ce qu'elle contient est jeté dans l'eau. Les pièces délicates comme les limes peuvent être préservées par une solution saturée de sel commun avec quelque mucilage végétal qui lui donne une consistance pulpeuse. Le charbon dont nous avons parlé se prépare avec des matières animales, telles que cornes, sabots, peaux et cuirs suffisamment brûlés pour se réduire en poudre. La boîte est ordinairement en fer, quand on n'opère que sur de

petites quantités et par occasion; mais, quand on travaille en grand, on peut simplement envelopper les pièces avec la composition ci-dessus, les faire sécher graduellement avant de les exposer à la chaleur rouge. Il est facile de concevoir que l'épaisseur de la couche d'acier qui se forme dans l'opération de la trempe en paquet dépend du temps que dure l'opération. une demi-heure donne à peine l'épaisseur d'une pièce de douze sous, mais cela suffit pour les grilles des foyers et une multitude d'autres ustensiles qui ont besoin d'être fréquemment frottés et polis par quelques matières douces, comme la peau.

Le bleu ou la couleur d'eau de l'acier a une influence remarquable sur son élasticité. Cette opération consiste à exposer l'acier qui a déjà été limé et presque poli, à la chaleur régulière d'une plaque de métal, ou au feu d'une lampe, jusqu'à ce que sa surface ait acquis une couleur bleue. Cette couleur est plus agréable qu'utile, et on l'enlève partiellement ou en totalité par le polissage; alors l'élasticité diminue, et elle ne revient à son premier état que lorsque l'on a rendu de nouveau la couleur bleue à l'acier. Les fabricans de scies durcissent leurs lames par les moyens ordinaires; dans cet état, elles sont souvent cassantes et déjetées; alors ils les flamment, c'est-à-dire, qu'ils les couvrent d'huile ou

de graisse, et les font chauffer jusqu'à ce que la vapeur s'enflamme ; alors ils les battent pour les redresser, et les portent au bleu en les passant sur un fer chaud, qui leur donne la roideur et l'élasticité convenables sans altérer leur justesse.

Il n'est peut-être pas inutile d'observer que la trempe augmente les dimensions de l'acier, et que telle pièce bien finie et ajustée dans son état doux ne pourra plus rentrer en place quand elle sera trempée. Le terme de cette expansion ne peut pas être bien indiqué, parce qu'il varie avec chaque espèce d'acier et souvent dans le même, suivant les degrés de chaleur. Rinmann a trouvé qu'une barre de six pouces de long, six lignes de large et autant d'épaisseur, s'alonge d'une ligne lorsqu'elle est trempée à la chaleur rouge blanc ; ce qui est environ un soixante-dixième de ses dimensions linéaires ; mais d'autres expériences présentent un résultat moins considérable.

C'est un fait singulier, que le froid agisse défavorablement sur l'acier ; car on a vu, dans de fortes gelées, des ouvriers ne pas pouvoir donner à leurs outils la trempe qu'ils désiraient.

Une tige mince de fer forgé peut être promptement convertie en acier. Il suffit de la plonger dans la fonte de fer en fusion ; ce qui prouve que celle-ci contient les élémens de l'acier, le carbone et le fer.

C'est d'après cette circonstance qu'on a tenté beaucoup d'essais (qui n'ont pas été tous sans succès) pour convertir la fonte à cet état sans passer par l'opération intermédiaire de la malléabilité ; mais on n'a fait jusqu'à présent par cette méthode que de mauvais acier. Il faut cependant observer que beaucoup de fontes de fer ressemblent à cet alliage, qu'elles peuvent durcir à un haut degré par un refroidissement instantané, qu'elles en ont à la fois la couleur blanche, la fragilité et la contexture serrée. Ces propriétés de la fonte peuvent être utilisées en beaucoup d'occasions, pour la fabrication des axes et des colliers de roues, qu'on peut tourner aisément dans leur état doux et durcir ensuite convenablement.

La chaleur à donner à la fonte avant de la plonger dans l'eau pour la durcir, doit être plus grande que celle qui est nécessaire pour l'acier ; elle doit être peu au-dessous de la chaleur blanche. La fonte de fer, quand elle est une fois durcie, ne peut pas être, comme l'acier, ramenée par le recuit à un état plus doux.

Les plus petites ramifications des ouvrages de fonte de fer et les portions de métal qui ont coulé le plus loin sont si dures, que les meilleures limes ne les attaquent pas, tandis que le centre de la pièce est doux et se travaille facilement. Cet effet est dû à ce que les parties ex-

térieures sont plus tôt refroidies par le sable humide dont est formé le moule ; on prévient ce défaut en augmentant le nombre des jets, et en séchant le sable le plus possible.

Nous parlerons plus loin des propriétés chimiques du fer, et des meilleurs moyens de le préserver de la rouille à laquelle il est si sujet. Les exercices mécaniques qui forment cette partie exigent que nous traitions maintenant ces opérations.

Du forgeage et de la soudure.

Le feu doit être réglé suivant la grosseur de la pièce. Quand l'ouvrier chauffe le fer, il tasse les charbons du foyer ; dès que la flamme commence à sortir, il la concentre et empèche qu'elle ne s'échappe en pure perte ; il mouille le combustible pour qu'il se consomme moins vite, et jette de l'eau sur le feu dans les endroits où il s'étend au-delà de ses limites. Pour reconnaître l'état du fer, il le retire partiellement et le replace promptement s'il ne le trouve pas assez chaud. La chaleur s'apprécie à la vue ; il n'y a communément que trois degrés, qui sont le rouge cerise, le rouge blanc, et le blanc, éclatant ou à souder. Le rouge cerise est employé quand il faut seulement planer la surface du fer ou l'écrouir peu à peu, en le frappant également avec le marteau à main. Quand la surface du métal n'a

besoin que d'être adoucie, on donne de légers coups de marteau, mais il en faut frapper de plus forts si l'on veut durcir l'ouvrage. S'il ne faut donner que de la raideur au fer, il suffit de le frapper à froid; par ce moyen on le rend très-élastique. Les ressorts de sonnettes sont faits d'une bande de tôle ainsi apprêtée.

Pour changer la forme du fer, il faut employer la chaleur blanche, et, selon la grosseur de l'ouvrage, un, deux ou plusieurs hommes à le travailler avec des marteaux à deux mains. Quand ils l'ont à peu près réduit à la forme et à la grandeur voulues, ils le finissent à la main. L'adresse de l'ouvrier épargne beaucoup de travail à la lime.

Si le fer doit être doublé en deux ou plusieurs morceaux, il faut le faire chauffer au blanc étincelant; le métal est alors voisin de la fusion, et il paraît se couvrir d'une couche de verre ou de vernis. Cette apparence vitreuse est encore plus remarquable dans l'acier. Aussitôt que les deux pièces de fer qui doivent être soudées ont atteint cette chaleur, on les retire promptement du feu, on les débarrasse des écailles ou de la poussière qui nuirait à leur incorporation, on place les bouts chauffés l'un sur l'autre, et on les frappe jusqu'à ce qu'on ne remarque plus la ligne de jonction. Si par ce premier travail la soudure n'est pas parfaite, on les chauffe et on les bat

de nouveau jusqu'à ce que le tout paraisse ne faire qu'une même masse. Les ouvriers ne prennent pas toujours le soin nécessaire pour bien faire ce travail ; et, quand ils forgent des essieux ou d'autres grosses pièces, les défauts sont très-apparens. Pour donner plus promptement au fer la chaleur nécessaire à la soudure, il faut attiser le feu en-dessous et jeter dehors les mâchefers qui se forment et qui empêchent le combustible de bien brûler. Le charbon employé dans l'opération de la soudure, ne doit pas contenir de soufre, et les pièces de fer à réunir doivent être préalablement chauffées à part avec du verre broyé ou du sable, ou un mélange de sable et de battitures de fer qui s'échappent de dessous le marteau en forgeant. Il faut aussi prendre garde que le fer ne coule par la chaleur, ce qui le rendrait cassant à la forge et assez dur pour résister à la lime. Si cet accident arrivait, il faudrait rejeter toutes les parties de fer qui seraient attaquées.

L'opération par laquelle on épaissit une barre de fer, sans la souder avec une autre, s'appelle refoulage. On chauffe à blanc la partie qui doit être refoulée, on en met un bout sur l'enclume, on frappe sur l'autre jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'augmentation désirée.

Il faut avoir soin, en forgeant l'acier, de ne pas employer un plus haut degré de chaleur

que celui qui est absolument nécessaire, ou mieux de ne donner que la moindre chaleur possible. Unir complétement cet alliage au métal sans altérer sa forme, est une opération qui demande beaucoup de dextérité, et qui est très-difficile à faire. Ce n'est pas toujours par économie qu'on unit l'acier au fer, mais pour rassembler les qualités opposées des deux métaux. Un tourillon fait de bon acier, suffisamment dur pour bien porter sa pièce dans le collier, pourra être rompu par un choc; si l'axe est entièrement d'acier doux, il s'usera promptement. On fait disparaître ces inconvéniens, en alliant une portion convenable de fer à l'acier; mais il faut faire, en les mariant ensemble, attention à la manière dont la pièce est employée. Si c'est un axe qui porte debout sur ses extrémités, l'acier doit être placé dans le milieu de deux lames de fer. Pour le tranchant d'un fer de rabot, il doit être mis à moitié épaisseur du côté aigu du biseau; pour un tourillon, il doit entourer le fer.

Les damas étaient anciennement en réputation pour la bonté de l'acier avec lequel ils étaient faits, et surtout les lames de sabre qui réunissaient la flexibilité, l'élasticité à la dureté. On pensait qu'on les fabriquait en mêlant alternativement des lames de fer et d'acier, qu'on soudait et forgeait avec soin. On a fait beau-

coup d'essais pour imiter cette espèce d'acier; mais ils n'ont pas parfaitement réussi. On n'avait jamais obtenu qu'un alliage qui cassait à la trempe. M. Bréant est enfin parvenu à résoudre cet important problème. Sa méthode est un peu longue; nous la renvoyons à la fin du volume.

Le fer de Suède est celui qui convient le mieux à la fabrication de l'acier. Il possède une ténacité qui le rend supérieur à tous les autres. Les bonnes qualités de l'acier dépendent presque toujours de celles du fer dont il est fabriqué; une chose essentielle est qu'il soit bien forgé; et c'est ce qui distingue le travail des Suédois. Nous devons indiquer ici un marteau ou martinet inventé par Georges Walby, de Londres, qui a obtenu une médaille de la Société d'encouragement. Quoique pesant 60 livres, il peut être mis en jeu par un homme, donner trois cents coups par minute, et exécuter facilement le travail de trois ouvriers. L'inventeur annonce que l'acier se travaille mieux sous son marteau; qu'il demande moins de chauffe pour le même ouvrage; que les truelles faites par lui avec cette machine sont plus élastiques, et reprennent mieux leur forme; qu'elles détachent des copeaux d'une barre de fer sans être ébréchées; qu'elles sont plus légères et servent plus long-temps.

L'acier qui contient le moins de carbone est celui qui se soude le plus aisément. Cependant il semble perdre par la foulure sa texture fibreuse; car il devient incapable de se souder avec lui-même, et quelques personnes pensent que jamais le véritable acier fondu n'a été soudé même avec le fer. D'autres prétendent que le moyen de le souder consiste à placer entre le fer et l'acier une lame d'une autre espèce d'acier, et à chauffer le fer à la chaleur blanche à souder, et l'acier à celle où il peut aller sans se détériorer. Ces opérations sont si difficiles, les ouvrages fins sont si imparfaits, que l'on peut dire que le moyen de produire cette union est encore à trouver. Il avait été pris une patente, qui est expirée, pour faire des lames doublées d'acier fondu. Le procédé consistait à unir l'acier au fer avec la soudure douce ou l'étain. Dans ce travail, l'acier fondu n'était pas exposé à une grande chaleur, et perdait peu de ses propriétés; mais l'union n'était pas si parfaite que par le soudage immédiat.

Des outils employés à forger le fer et à travailler les métaux en général.

Pour décrire minutieusement les outils variés qu'on emploie pour forger le fer ou travailler les métaux, il faudrait des volumes; une inspection rapide d'une boutique de for-

geron, qu'on trouve partout, en apprend plus à cet égard que les livres. Nous rapporterons ici, comme dans les autres occasions de cette espèce, nos remarques particulières, lorsqu'elles ne seront pas de pratique générale et de nature à être souvent communiquées par les ouvriers, ou saisies par l'œil curieux de l'observateur.

La meilleure manière de placer les *soufflets* est de les mettre de niveau avec le foyer; mais comme on les dispose souvent plus haut pour gagner de la place, ou moins gêner, le vent arrive par un tube recourbé. Le plus petit bout du tuyau passe à travers le derrière de la forge, et est fixé dans une forte plaque de fer appelée tuyère. Pour préserver les soufflets du feu, il faut bien entretenir le mur qui les sépare de la forge.

L'*enclume* est une forte masse de fer à la surface de laquelle on a soudé solidement une plaque d'acier assez dur pour résister à la lime et aux coups de marteaux. Elle est ordinairement faite pour forger des fers, avec deux bras qui se projettent à chaque bout, et qu'on appelle *bigornes*. Ces bras servent à donner la forme requise à toutes sortes d'ouvrages; quand il n'y en a qu'un, on le fait de forme conique; quand il y en a deux, le second est pyramidal. Ils sont fixés dans la longueur un peu

au-dessous de la surface de l'enclume, et plutôt inclinés vers le haut que vers le bas. A Birmingham, où les chambres de rez-de-chaussée sont souvent converties en ateliers de forgeron, on place sur une couche de sable le bloc de bois sur lequel l'enclume est fixée, pour empêcher les vibrations de se communiquer au plancher, et pour que le bruit n'incommode pas ceux qui habitent la pièce au-dessous. Cette invention est simple et susceptible d'autres applications. Les horlogers ont de très-petites enclumes, qu'ils fixent sur leurs établis quand ils en ont besoin. Celles des ferblantiers ou des fabricans d'ustensiles en tôle sont de formes très-variées, quelquefois concaves, d'autres fois bombées, pour donner promptement différentes courbures à leur ouvrage.

L'*étau* se fixe sur le côté du banc à travailler; les mâchoires doivent être parallèles, et la surface supérieure parfaitement horizontale. La hauteur la plus convenable à laquelle doit être placé l'étau est celle du coude de l'ouvrier quand il a le bras plié verticalement, afin qu'avec son avant-bras il puisse limer à angle droit. Si l'étau était au-dessus de cette position, l'ouvrier ne serait pas à son aise, et ne travaillerait pas bien; s'il était plus bas, il éprouverait les mêmes inconvéniens. Comme les rayures qui sont à la partie intérieure des mâchoires de l'é-

l'étau marqueraient les ouvrages fins lorsqu'on presse celles-ci l'une contre l'autre, on les couvre de plaques de plomb de deux à trois lignes d'épaisseur. Ces plaques doivent être de la largeur des mâchoires, et se replier au-dessus d'environ un pouce, pour qu'on puisse y appliquer les objets travaillés qui auraient encore besoin d'être frappés.

L'*étau à main* sert à contenir les petits objets pendant qu'on les lime. On le tient de la main gauche, et on appuie la partie du fer sur le bout de l'établi, ou sur un morceau de bois ou d'os, retenu entre les mâchoires du grand étau. On le tourne successivement pendant qu'on fait agir la lime de la main droite. Il y a une petite entaille dans le bois ou l'os pour fixer l'ouvrage, et empêcher qu'il ne soit entraîné par la lime.

Les *marteaux*, comme les enclumes, sont recouverts d'acier très-dur. Le manche est presque toujours fait d'une grosseur uniforme; aussi les vibrations qu'il communique à la main causent à l'ouvrier des sensations désagréables. Il est fatigué avant d'avoir exercé toute sa force. Si le manche, à peu de distance du marteau était plus petit que le reste, on n'éprouverait pas ces inconvéniens. Le marteau qu'on appelle à frapper devant, construit de cette manière diminue la fatigue de l'ouvrier, et lui

permettra de donner des coups plus sûrs et plus forts. La figure 1, pl. III, montre cette construction. Elle représente un marteau employé à parer le fer ; la tête pèse environ seize onces, et le manche a près d'un pied de long. Dans un marteau d'une figure donnée, calculé pour produire les coups les plus forts avec le moindre poids, et conséquemment avec le moins de fatigue possible, la quantité de fer qui entre dans la tête doit être égale sur les côtés opposés d'une ligne supposée perpendiculaire au centre de la face. Les marteaux des cloutiers, qui s'inclinent en dehors de cette ligne, ne sont pas calculés pour produire le plus d'effet possible. Les horlogers, les ferblantiers polissent la surface de leur marteau à planer, en les frottant sur une planche couverte d'huile et d'émeri fin. Les orfévres prennent encore plus de soin des leurs ; ils les choisissent sans paille et sans veines, et les polissent avec le colcotar ou la potée d'étain ; ils en ont de toutes formes, de convexes, de concaves, de cylindriques, etc.

Le *rivet*. Si sa tête n'est pas destinée à être saillante, on fraise ou évide le trou d'un côté pour la noyer. L'une des deux doit être faite avant d'être mise à sa place, où on l'assure en frappant à petits coups sur le bout opposé, pendant qu'on tient coup sur la tête avec un gros marteau, jusqu'à ce qu'il soit étendu et rabattu

tout autour; ensuite on lui donne des coups plus forts pour l'assujettir fermement et le faire serrer. Quand la tête d'un rivet ou d'un écrou est appliqué à la surface d'un ouvrage, on dit qu'il est mis à contre-sens.

Pour couper des feuilles de tôle, de fer, de cuivre ou des barres de même métal, on emploie des *cisailles*. Elles ont souvent trois ou quatre pieds de long. Un des bras est attaché avec des vis sur un banc; le supérieur seul est mobile. Plus ce qu'elles ont à couper est dur, plus le tranchant des lames doit être obtus. On emploie souvent un *ciseau* au lieu de cisailles; et, quoiqu'on ne coupe pas avec autant de rapidité, il est plus convenable, quand il faut suivre différentes figures, de tourner en plusieurs directions, ou de s'arrêter à point. Les planches de métal, coupées avec un ciseau, sont posées sur une masse de plomb ou sur une enclume. Si on pose sur cette dernière, il faut avoir soin que le ciseau n'arrive pas jusqu'à elle, il l'endommagerait; mais il faut qu'il arrive cependant assez près pour que la séparation puisse se faire facilement en les frappant avec le marteau sur le bord de l'enclume, ou en les pliant avec la main ou dans l'étau.

Les *scies* à couper le métal doivent être très-étroites (*Voy*. fig. 2, pl. III), et tendues avec un écrou. Elles sont en général moins épaisses du

côté du dos que de celui des dents, qui sont petites, et n'ont pas de voie comme celles des menuisiers. Les horlogers font ordinairement leurs scies avec des morceaux de bons ressorts cassés, qu'ils trempent d'une manière convenable. En sciant le fer forgé ou l'acier, il faut employer de l'huile; la fonte et le cuivre n'en ont pas besoin; mais, pour ce dernier métal, il faut une scie à dents très aiguës; elle doit aussi être plus dure que pour le fer.

Les métaux sont quelquefois ciselés ou burinés. Cette opération non-seulement produit l'effet désiré d'une manière expéditive, mais épargne la dépense des limes dont on ferait usage. Le burin est plus fréquemment employé sur la fonte de fer; la croûte dont elle est couverte en sortant du moule est toujours plus dure que le reste, et souvent à tel point qu'elle détruit en peu de minutes les meilleures limes, tandis qu'à la profondeur d'une ligne, et quelquefois moins, elle est presque aussi tendre que du cuivre. Le ciseau pénètre d'abord cette croûte dure, et après n'agit plus que sur la partie tendre. Il ne doit pas avoir plus de 7 pouces de long, mais être fait du meilleur acier fondu. La fig. 3, pl. III, représente ce ciseau vu de face et de profil. Le marteau dont on le frappe a déjà été décrit. On le tient sous un angle de quarante-cinq degrés, et on frappe avec vivacité. Sans doute il faut

quelque adresse pour enlever partout la même épaisseur; mais cela n'est pas difficile, et l'habitude s'en acquiert promptement. Une pellicule de fer peut être enlevée par le ciseau, sur une surface d'environ cent pouces carrés, en quatre ou cinq heures; et, quand le travail a été bien fait, la lime efface aisément les inégalités qui restent. Lorsque l'ouvrage demande beaucoup d'exactitude, il faut examiner la pièce avant de commencer à ciseler; s'il y a des protubérances ou des cavités, le ciseau doit aller plus ou moins profondément, suivant que la place et les circonstances l'indiquent.

Le fer malléable, chauffé au rouge, se perce aisément avec un *poinçon* d'acier qui a la forme et la grandeur du trou que l'on désire; mais il est toujours un peu plus gros par un bout que par l'autre; cela est nécessaire pour faciliter sa sortie. Il est rarement pointu à son extrémité. Il est durci et trempé; la chaleur du fer l'amollit ou le détrempe. On est souvent obligé de le tremper dans l'eau pour le refroidir. Le trou ébauché par le poinçon peut être fini à la lime, en enfonçant par une basse chaleur un mandrin de fer, ou en y passant une tringle triangulaire ou carrée bien trempée, fixée à un manche, que l'on fait mouvoir comme la tarière d'un charpentier. Le mouvement doit être lent. Les formes triangulaires ou carrées conviennent pour

le cuivre et les métaux plus mous; l'octogone est préférable pour le fer. Un poinçon, frappé sur un morceau de fer froid d'environ deux lignes d'épaisseur, s'y enfonce suffisamment pour produire une élévation du côté opposé; si l'on place le poinçon sur cette projection et qu'on frappe de nouveau, le trou est immédiatement percé, et on peut le terminer avec la barre octogone qui vient d'être décrite. Le cuivre se traite de la même manière, et avec encore plus de facilité. On le pose sur un morceau de plomb ou sur le trou d'une enclume, et on frappe dessus avec le poinçon. Cet instrument ne s'emploie pas avec la fonte de fer; il ne peut faire ni de petits ni de très-grands trous. Quand on veut en percer, on a recours à d'autres méthodes.

Du forage et de l'alésage.

Les machines à vapeur que l'on emploie aujourd'hui doivent leur supériorité au soin avec lequel on les exécute, et aux méthodes avec lesquelles on les adapte. L'alésage du cylindre est une des plus importantes améliorations que l'on ait faites à cet égard. Le moyen que l'on employait dans quelques fonderies consistait à placer le cylindre sur un chariot, à y insérer le bloc qui portait les lames, à le mettre en mouvement par le moulin, à faire avancer le

cylindre au fur et à mesure que le travail marchait, ce qui pouvait durer trois semaines ou un mois, et assez bien réussir si la fonte était douce. Le cylindre est fondu creux; et, quoique le moule soit fait avec toute l'exactitude possible, il est difficile d'assurer, lorsqu'il recevra le métal en fusion, qu'il conservera sa justesse; et, si la pièce vient à se déformer, le mode de forer ne peut remédier à cette imperfection. Il n'en était pas de même quand on avait à forer une pièce solide. Tout ce qu'on pouvait faire à un cylindre était d'adoucir sa surface intérieure; il n'y avait rien pour guider le foret que la forme du moule; et même la meilleure exécution ne pouvait assurer le succès; car, si le métal était plus dur d'un côté que de l'autre, c'était une nouvelle source d'imperfection.

Wilkinson a trouvé une méthode d'aléser plus sûre; et, quand c'est un ouvrier intelligent qui l'exécute, il peut, si le cylindre est déformé, ou plus épais d'un côté que de l'autre, emporter l'excédant de celui-là, et toucher à peine à celui-ci. On le concevra facilement, quand on saura que l'appareil qui porte les lames est conduit le long d'une pièce que les ouvriers appellent *barre à forer*, qui est elle-même un cylindre parfait. Ainsi, s'il est porté le long de cette barre parallèlement à son axe, il doit se mouvoir en ligne droite. La pièce principale de

cette machine, après avoir été tournée avec la plus grande précision, reçoit deux feuillures à l'opposé l'une de l'autre pour contenir les lames. Elle reçoit aussi un mouvement direct et un mouvement progressif, par deux leviers chargés de poids, faisant mouvoir des pignons qui engrainent dans une crémaillère dentée. On peut voir, dans la fig. 4, pl. III, la manière dont ces leviers sont mis en jeu.

L'emploi de la machine à forer présente quelques modifications dans la pratique. Quelquefois on perce un trou dans toute la longueur de la barre pour admettre une simple tige, et on fait, sur un des côtés, une rainure qui se réunit au trou déjà percé. Un bras de la pièce qui porte les lames entre dans cette rainure, où il est retenu par un écrou; et, quand la barre avance, ces lames se meuvent dans la même direction. Un poids, passant sur une poulie, donne au tout un mouvement de progression. Cette méthode est ce qu'il y a de plus convenable pour aléser les petits cylindres; et, si la barre est suffisamment forte, elle agit avec une grande régularité.

Les pièces d'artillerie d'ordonnance étaient autrefois fondues creuses; aujourd'hui elles sont coulées pleines et forées par une machine. On place l'axe du canon à forer parallèlement à l'horizon, et dans cette position il est fixé dans

un collier à chaque bout, et tourne sur son axe. Le foret est aussi placé horizontalement dans la direction exacte de l'axe du canon; il lui est impossible de se mouvoir autrement qu'en longueur, et il est constamment poussé dans cette direction, par un levier chargé de poids, comme celui qui a été décrit pour l'alésage des cylindres. La partie extérieure du canon est, pendant ce temps et par la même opération, tournée par des ouvriers munis d'outils convenables, de manière que la partie forée se trouve exactement au centre du métal.

Le forage diffère de l'alésage en ce que ce dernier est ordinairement appliqué aux plus grandes pièces. Le foret est attaché sur le fuseau du tour, de manière que sa pointe est exactement opposée et dans la ligne de celle de la poupée de droite. Lorsqu'on veut percer une pièce, on commence à indiquer légèrement, avec un poinçon, le centre du trou que le foret doit faire. On applique la pointe de cet instrument, et on le pousse parallèlement à l'axe; il est mis en mouvement par la corde qui passe sur la grande roue, dont les révolutions doivent être lentes, surtout pour percer le fer. Si on appuie et qu'on guide la pièce à travailler, sur un support, l'ouvrage se fait plus vite et plus exactement. On peut aussi la faire avancer à l'aide d'un levier coudé

chargé de poids, afin de laisser les mains de l'ouvrier libres de surveiller plus exactement le travail.

Les petits forets qu'emploient les horlogers et quelques autres artistes sont ordinairement faits d'un morceau de fil d'acier, sur le milieu duquel à peu près s'adapte une poulie (*Voy.* fig. 5, pl. III.); quelquefois on se sert d'un petit mandrin, avec un trou carré d'un demi-pouce de profondeur à un des bouts, dans lequel on place de petits forets courts de diverses figures; mais ce moyen n'est employé que par ceux qui ne peuvent pas facilement se fabriquer les forets dont ils ont besoin. Quand on fait usage des petits forets, on les presse sur l'ouvrage au moyen d'une plaque placée sur l'estomac et qui est de fer ou de bois; dans ce cas elle est concave pour mieux s'appliquer sur la poitrine, et sur l'autre côté, qui est convexe, on attache un morceau d'acier, sur lequel on a pratiqué quelques trous peu pro onds, qui servent à retenir le bout de derrière du foret. Le mouvement est donné à cet instrument au moyen d'un archet élastique, muni d'une corde qu'on enroule sur la poulie. Les meilleurs archets sont d'acier avec une corde de boyau; leur force est proportionnée à la grosseur du foret, on les fait souvent avec un morceau de fleuret cassé. Pour percer de grands trous, il faut employer plus de force

qu'on n'en peut produire avec le foret ; on se sert alors d'un vilebrequin, à peu près semblable à celui du menuisier, dans lequel on fixe le foret ; mais le manche est recouvert d'une poignée mobile qui l'enveloppe et reste stationnaire dans la main pendant qu'il tourne. La partie supérieure du vilebrequin, qui est d'acier, se place sous une traverse de fer faisant levier. Un des bouts de cette traverse est retenu entre deux montans percés d'un grand nombre de trous pour le fixer à différentes élévations ; l'autre extrémité, qui porte le poids quand il faut exercer une forte pression, glisse entre deux montans pareils. La pointe du foret étant placée sur la pièce à percer, et sa partie supérieure sous le levier, on tourne la poignée ; et le trou se fait à la profondeur qu'on désire. On ne peut faire de petits trous avec cette machine, parce que les secousses qu'elle donne quelquefois cassent les forets. Ceux-ci sont retenus dans le vilebrequin par une vis de pression. La fig. 6, pl. III, représente cet instrument placé sous le levier ; et, la fig. 7, le foret séparément.

La partie verticale du manche du vilebrequin, par laquelle la main tourne le foret, doit être très-polie, ou, ce qui vaut mieux, couverte avec une poignée. Si on fait celle-ci avec un morceau de fer, il doit être soudé ; si on le fait

de bois, ce doit être un cylindre creux coupé en deux pour introduire la partie verticale du manche, qu'on réunit ensuite avec de la colle forte ou avec une virole haut et bas.

Les forets doivent être faits avec le meilleur acier, et trempés seulement à la pointe. On ne met pas pour cette opération le bout dans le feu; on n'y expose que l'autre partie qui, en rougissant, communique assez de chaleur au taillant pour lui faire prendre la couleur que l'on veut; et, lorsqu'il est arrivé à ce point, on le trempe de suite. Par ce moyen, le taillant peut être trempé à la couleur paille, tandis que le reste a seulement la couleur bleue; ce qui diminue sa fragilité. Nous observerons à cet égard, que le mode de chauffer les outils par le dos, pour n'avoir que le taillant d'une grande dureté, est un des principes généraux de l'art.

En appliquant un volant à de forts vilebrequins à main, on améliorera ce procédé, non-seulement par le poids qu'il produira, mais parce que la force centrifuge contribuera à maintenir le foret dans une position verticale.

Il faut en forant, comme nous l'avons déjà dit, mettre de l'huile sur le fer et l'acier, mais non sur la fonte. Pour le cuivre, les forets doivent être plus minces, plus durs, et le coupant plus aigu, que pour le fer.

De la lime.

Il n'est pas d'opérations plus communes dans le travail des métaux que celle de limer, et peut-être n'en est-il aucune de si mal entendue. La lime est un instrument trop connu pour être décrit. Mais il n'est pas aisé de s'en bien servir, attendu la difficulté qu'il y a à la maintenir dans une position parfaitement horizontale, et à limer droit. Les surfaces planes sont indispensables pour les plateaux de machines pneumatiques et mille autres choses; cependant on connaît peu la manière de les exécuter, et on trouve rarement des ouvriers assez habiles pour réussir à les obtenir parfaites à la lime. C'est en les frottant l'une contre l'autre que l'on parvient à leur donner le dernier degré d'exactitude; mais auparavant il y a des précautions à prendre; car on aurait beau frotter deux surfaces l'une contre l'autre, elles ne deviendraient pas planes, à moins que leurs inégalités ne fussent déjà entièrement enlevées. C'est dans cette opération préliminaire que consiste la difficulté, puisque le frottement a une tendance à perpétuer la concavité ou la convexité des pièces, ou même à produire ces formes, quoiqu'elles fussent plates en commençant. L'application du tour pour produire des surfaces planes demande une dépense d'appareil et souvent plus

de temps pour les disposer qu'il n'en faut pour exécuter le travail. Nous engagerons donc les ouvriers adroits et intelligens à se confier à la lime, et nous n'hésitons pas à assurer que les ouvrages les plus beaux et les plus exacts peuvent être exécutés par ce moyen.

Nous allons maintenant fixer notre attention sur les indications pratiques de cette partie de l'art. Le principe général d'où dépend le succès consiste à se servir d'une surface plane déjà connue pour être exacte ; par ce moyen on reconnaît avec une grande facilité les inégalités de celle sur laquelle on travaille, on les marque avec la lime ou un autre outil ; on enlève les parties saillantes sans réduire les autres, de manière à obtenir à la fin une surface aussi plane que la règle. Il faut donc commencer par se procurer une règle parfaite, un assortiment de bonnes limes de différentes formes, un étau ou quelqu'autre moyen de maintenir le métal sur lequel la lime doit opérer.

Les limes sont de différentes formes et de volumes variés ; leurs sections sont carrées, rondes, oblongues, triangulaires ou en segmens : aussi les appelle-t-on carrées, rondes, plates, trois quarts ou demi-rondes. L'espèce de lime, qui est plate des deux côtés et d'une égale ou presque égale épaisseur des deux bouts, est particulière-

ment recommandée pour limer plat : on l'appelle bâtarde.

Il y a plusieurs remarques à faire en choisissant les limes. Celle dont la surface n'est pas égale, dont la taille est courbée en divers sens, ce qui arrive assez souvent par la trempe, trompera constamment l'ouvrier et ne produira que de faux coups. Il faut les choisir exemptes de ces imperfections et avec un faible degré de convexité régulière. La bonté d'une lime ne peut pas toujours être reconnue par la simple inspection ; il faut examiner sa justesse en l'imprimant sur un morceau de bois.

Les rayures de la taille d'une lime sont proportionnées à la grosseur de ses dents, et plus celles-ci sont grandes, plus elles produisent d'effet à chaque coup. Ainsi il est évident qu'on doit commencer le travail avec les plus fortes limes, et en employer ensuite de plus en plus fines. Lorsque les dents sont extrêmement déliées, elles se remplissent du métal sur lequel on les passe, surtout si c'est du cuivre, s'empâtent et ne font plus d'effet. Aussi n'emploie-t-on presque jamais plus de trois ou quatre sortes de limes.

Comme presque tous les objets que l'on fabrique sont composés de surfaces plates, qu'on peut exécuter à la lime, nous allons détailler les progrès du travail d'un morceau de métal

pris à la fonderie, et nous le suivrons jusqu'à ce qu'il soit fini ; nous le supposerons d'une figure rectangulaire, à côtés plats, exactement parallèles et à angles droits entre eux. Comme on rencontre plus de difficulté à travailler le fer que le cuivre, et que la fonte exige quelques opérations particulières, c'est un morceau de fonte de fer que nous prendrons. Nous lui donnerons neuf pouces de long, sept de large et un d'épais. En le recevant, le premier soin est d'examiner son état, s'il est dur ou mou, déjeté ou passablement droit, parfaitement solide ou avec des cavités. S'il est dur, ce qu'on peut facilement reconnaître avec la lime, il faudra le recuire, cela facilitera le travail; mais le dehors sera encore plus dur que l'intérieur, ce qui provient du sable du moule dont il est chargé. Quelques ouvriers enlèvent cette croute avec le burin, comme nous l'avons déjà dit ; ceux qui en ont la facilité, avec de fortes meules tournées par des machines ; d'autres enfin emploient immédiatement la lime, en ayant soin de se servir de celles qui sont déjà un peu usées, parce que les neuves arriveraient promptement à cet état. Le burinage est le procédé le plus économique et le plus convenable ; et quand, pour remédier à des imperfections, il faut réduire un bloc matériel, il est bien à préférer. Si, après que la croûte a été enlevée, on aperçoit des cavités ou autres

défauts qui ne peuvent être corrigés par la lime, et qui rendraient la pièce inutile à sa destination, on la perce et on en remplit les trous avec des rivets. Les petits défauts peuvent être réparés, en perçant à la profondeur d'un demi-pouce ou d'un pouce, alors on chasse une cheville de fer qui peut être suffisamment exacte pour faire disparaître le défaut, sans avoir l'inconvénient du rivet, qui rend toujours la partie extérieure du trou plus grande que le trou même.

Les trous d'une pièce de fonte, qui sont occasionés, soit par la stagnation de l'air, soit par la chute d'une partie du moule, ont toujours des surfaces raboteuses, et sont plus grands à l'intérieur qu'à l'extérieur; on y coule du plomb fondu ou un autre métal mou. L'alliage qui convient le mieux est celui avec lequel on fait les caractères d'imprimerie, parce que l'antimoine qu'il contient lui fait prendre l'expansion en se refroidissant. Ce moyen est applicable lorsque l'égalité de la surface est le principal objet, qu'il n'est pas nécessaire d'avoir de l'uniformité dans l'apparence, ni une égale dureté dans toutes les parties, et qu'elle ne supporte pas une forte chaleur.

Supposons maintenant que la pièce que nous avons en main soit débarrassée de sa croûte dure et de ses autres imperfections; nous choisirons

la lime dont on se sert d'abord, et qui a environ 14 pouces de long, un pouce et demi de large, qui contient à peu près 14 rangées de dents par pouce de longueur. Nous la saisirons de la main droite, nous la pousserons en avant, tandis que la main gauche, près le poignet, pressera sur le bout du levier, et produira l'effet d'un coup dirigé aussi horizontalement que possible. En appliquant de temps en temps la règle sur la surface que nous avons limée dans des directions variées et surtout diagonalement, on reconnaît l'état du travail, et on enlève successivement les parties élevées. Les inégalités deviennent à la fin si petites que la règle ne peut plus les indiquer : on a recours alors à une surface qu'on sait être droite. (C'est une table très-plane qui doit toujours être plus large que l'ouvrage soumis à la lime, et qui, pour plus grand avantage, doit contenir plusieurs pieds carrés.) On mêle de la poudre fine d'ocre ou de chaux rouge, bien lavée avec de l'huile d'olive, ou une autre huile qui ne soit pas visqueuse, et on en frotte la surface avec un morceau de drap. On place ensuite la pièce sur cette table, et on la promène dans tous les sens ; elle se couvre également d'ocre. Si le niveau est égal, les marques laissées par cette composition indiquant des points élevés, on les emporte avec la lime ; lorsqu'ils ont disparu, et qu'on pense que

ces inégalités sont détruites, on reconnaît encore l'état de l'ouvrage; s'il approche d'un plan parfait, l'ocre rougit un plus grand nombre de places; alors, au lieu de presser avec toute la main comme au commencement, on presse seulement avec deux ou trois doigts; par ce moyen on est plus à même d'observer les points sur lesquels il porte, et d'y remédier.

Avant de finir ce travail, on doit faire attention à une chose; c'est de tourner le côté de la pièce qui est unie en dessous, de frapper le dos, les coins, le centre et d'autres parties avec un maillet ou le bout du manche d'un marteau tenu perpendiculairement. S'il rend un son sourd, comme celui de la table elle-même frappée de la même manière, c'est une preuve que les deux pièces se touchent par tous les points; mais, si un son clair se fait entendre, il est évident que les surfaces de la table et de la pièce ne coïncident pas, puisque le coup de marteau presse une partie de la pièce, la fait joindre à la table pendant que le côté opposé se soulève; et l'action de ces surfaces l'une contre l'autre occasione le son d'une cloche. La différence d'épaisseur d'une feuille de papier dans un des coins de la pièce suffit pour produire ce son. Dans le cas où cet examen a indiqué une inégalité, on cherche à découvrir au moyen de l'ocre la partie élevée, en frottant sur la table. On lime

alors, seulement sur ces endroits, jusqu'à ce que la pièce soit solide. Ce résultat, si essentiel pour les bons ouvrages, obtenu, on atteindra plus facilement le but qu'on se propose.

Le praticien découvrira bientôt que, quoique l'essai par le marteau indique l'existence ou la non-existence des inégalités, ce moyen ne peut s'étendre loin des angles et des bords; et, quoiqu'il soit utile sous ce rapport, nous devons en employer de plus parfaits pour découvrir celles qui sont vers le milieu de la pièce. Nous y appliquerons donc, dans tous les sens, le bord d'une bonne règle; et, regardant contre le jour, nous ne verrons pas la lumière, si les deux surfaces sont parfaitement planes; mais, si on en aperçoit sur quelques points, la largeur et la profondeur du rayon de lumière font connaître la place et la grandeur des défauts auxquels on remédie par les moyens indiqués.

Supposons maintenant que l'un des côtés de la pièce que nous travaillons a subi l'examen que nous venons d'indiquer, et que sa surface coïncide si exactement avec la table, qu'il n'est pas possible d'y placer le cheveu le plus fin, sans qu'il soit aplati; notre morceau de fonte est bien adouci, mais pas encore poli, travail que nous ne devons faire que lorsque le côté opposé est également dressé. Nous avons

ici un double ouvrage à faire, bien unir la surface, et la rendre parfaitement parallèle à l'autre. Nous emploierons donc les mêmes moyens pour rendre cette seconde surface plane, et ce parallélisme sera la conséquence nécessaire de l'égalité d'épaisseur que nous aurons donnée à tous les points. On mesure cette égalité avec le compas d'épaisseur, ou d'autres modes équivalens, sur tous les points. Le compas d'épaisseur, dans des mains habiles, peut très-bien remplir ce but; mais nous devons faire observer qu'il faut mettre beaucoup d'attention pour ne pas commettre d'erreurs, surtout quand il y a de légères différences. En le tenant, il faut le placer de manière que son axe, ou la goupille qui réunit ses branches, soit parallèle à une ligne qui passerait entre les deux surfaces de la pièce. Le compas d'épaisseur est quelquefois remplacé par une jauge ou calibre. C'est une feuille de fer d'acier ou de cuivre, coupée comme on le voit, fig. 8, pl. III. La distance entre les bouts AB doit être exactement parallèle entre eux, et de l'épaisseur de la pièce qu'elle doit mesurer. Il est plus aisé de limer correctement, à l'aide d'un calibre que d'un compas d'épaisseur, parce que la largeur du premier reste toujours la même; on doit le préférer quand il faut mesurer souvent les mêmes dimensions; le compas d'épaisseur peut se déranger facilement, et on

perd du temps pour le remettre à l'ouverture convenable.

Voici un autre moyen d'atteindre le même but, on ne sera pas fâché de le trouver ici : On fait deux calibres, l'un tel qu'il doit être, et l'autre un peu plus large; on peut limer la pièce avec une grosse lime sur la mesure du dernier, et finir avec la lime douce sur celle du premier. Il faut avoir soin que le calibre serre sur la pièce ; et, s'il ne le faisait pas, on pourrait déterminer facilement la faible distance qui le séparerait sur tous les points.

Nous avons laissé le premier côté de notre pièce non poli, parce que le temps que nous aurions employé à cette opération eût été entièrement perdu. La chaleur produite par le frottement d'une grosse lime rend convexe la surface sur laquelle elle agit, et nécessairement concave le côté opposé. Cet effet reste en partie après que l'équilibre de température est rétabli. Après avoir travaillé le premier côté, nous l'examinons ; mais si, après avoir fini le second, nous lui appliquons la vérification par l'ocre, nous trouvons qu'elle n'indique plus l'exactitude qu'il avait d'abord ; ce qui prouve que nous avons raison de suspendre le travail. L'erreur peut aller, sur un morceau de fer de huit à dix pouces de long, à la cinq-centième

partie d'un pouce, que nous pouvons corriger, puisque nous n'avons pas commencé à polir.

Après avoir rendu les deux surfaces de notre pièce exactement planes et parallèles entre elles, nous devons porter notre attention sur les côtés qui sont restés bruts. Commençons par les deux plus longs, et limons les droits, de la même manière que dans le premier exemple, à cela près que nous appliquerons alternativement l'équerre sur les deux côtés qui sont déjà dressés, afin de les mettre à angle droit. Aussitôt que l'un de ces côtés sera droit, nous rendrons celui qui lui est opposé parallèle, avec une jauge convenable, et en nous guidant avec l'équerre sur toute la longueur du côté : nous reconnaîtrons les inégalités des surfaces au moyen de l'ocre et de la table. Après avoir terminé les deux grands côtés, nous agirons sur les deux petits exactement de la même manière.

Si nous avons à notre disposition une barre rectangulaire de fer ou d'autre métal dur, dont les côtés soient droits et exactement perpendiculaires quand on la place sur la table, nous en ferons usage en limant nos côtés. Pour cela on couvre un de ces côtés d'ocre et d'huile, on en met également sur la table, on y applique la pièce à dresser, on frotte la barre alternativement sur les côtés de la pièce et sur la table ; par ce moyen on voit à la fois les points qui

ont été touchés sur toutes les faces. Ce mode d'essai est employé dans beaucoup de cas, dans celui par exemple où on a à dresser les côtés intérieurs d'un cadre, tel qu'en emploient les imprimeurs pour placer leurs caractères.

On passe la lime douce sur toutes les arêtes des angles auxquelles on doit appliquer l'équerre, afin d'abattre les bavures de fer que le premier de ces instrumens a produites, et mettre le deuxième à même de donner une évaluation exacte de l'angle qu'on examine.

Comme notre pièce est trop large pour être retenue entre les mâchoires de l'étau, nous la plaçons, lorsque nous commençons à la limer, sur un morceau de bois, d'un pouce plus grand de tous côtés, et l'y maintenons avec des clous qui ne lui permettent pas de bouger dans le sens horizontal, mais qui laissent la facilité de l'enlever perpendiculairement. Au moyen d'un morceau de bois carré, d'environ deux pouces de large, que l'on attache sous celui qui tient la pièce, et qu'on fixe dans l'étau, on a un support simple et convenable pour appuyer l'ouvrage; mais, quand on lime sur les côtés, ce support devient inutile, et la pièce peut être placée dans l'étau entre deux lames de plomb.

Les planeurs et autres ouvriers qui emploient les limes par adoucir leur ouvrage, choisissent celles dont les dents ne sont pas coupées en

travers; quand on travaille sur le fer, elles conviennent mieux que les autres pour polir. On les prend d'un degré de finesse tel qu'elles n'attaquent presque pas l'ouvrage; et, quand on les emploie neuves, on a soin de répandre sur la pièce une couche très-mince d'ocre, qui, en pénétrant dans les intervalles des dents, empêche qu'elles ne mordent avec trop de force, ce qui rend le travail plus doux. On peut, quand on le veut, ôter l'ocre avec une brosse.

Nous avons détaillé les moyens par lesquels on peut donner à un prisme rectangulaire de fonte de fer une figure régulière et correcte; nous présumons nous être assez étendus sur les usages d'une pareille pièce, sur ses applications, sur l'importance et la multiplicité des avantages qu'il y a à limer droit. Pour ceux qui sont plus séduits par des autorités que par des raisons, qui recherchent par qui un procédé est employé, plutôt que l'utilité qu'il présente, nous dirons que la méthode de limer que nous venons de rapporter est employée dans la célèbre manufacture de Boulton et Watt, à Soho près Birmingham.

Les ouvriers qui travaillent plusieurs sortes de métaux ont, pour ménager leurs limes, un moyen économique qui mérite d'être noté. Tant qu'elles sont neuves, ils les emploient sur le cuivre; quand elles sont un peu émoussées, ils s'en servent pour la fonte de fer; et, quand elles ne

mordent plus assez, ils les réservent pour limer le fer malléable sur lequel elles servent encore long-temps. Renversons cet ordre, et faisons d'abord usage d'une lime neuve sur le fer malléable, puis sur la fonte; sur le cuivre, elle ne fera pas la moitié du service. Les dents se brisent, se cassent, ce qui les rend peu serviables sur la fonte; puis, à moins qu'on n'exerce une très-forte pression, elles glissent sur le cuivre, qui demande une dent aiguë.

Le dernier usage de la lime est sur le bois; quelques ouvriers, avant de la consacrer à ce travail, la font rougir et la retrempent de nouveau; d'autres en font des ciseaux, dans la persuasion qu'ils sont, que c'est du très-bon acier.

De l'émoulage et du polissage.

Nous restreignons la signification de ce terme à l'effet qu'on produit sur les métaux ou autres substances, en les frottant l'un contre l'autre. En général, des corps durs comme l'émeri à l'état pulvérulent, mêlés à l'eau ou à l'huile, sont interposés entre les pièces qu'on frotte; quand l'une d'entre elles, comme dans l'exemple de la meule, est composée de particules coupantes, le mouvement seul sépare la poudre qui se forme, et souvent on est dispensé d'ajouter un fluide. Lorsque l'émoulage n'est destiné qu'à produire une surface

unie et brillante, il prend le nom de polissage.

Nous avons déjà parlé de cette opération; mais ce mode de travailler les métaux exige plus de développemens. Si l'artiste n'est pas attentif à suivre les principes généraux qui doivent le guider, il réussira médiocrement, et souvent perdra son temps et ses dépenses.

En frottant deux surfaces ensemble, on rencontre plusieurs sources d'erreurs. La poudre n'est pas également répandue, les parties ne sont pas régulièrement dures; quelques places reçoivent un plus grand nombre de coups que d'autres.

Supposons que nous ayons deux morceaux de fer semblables, et que nous voulions en rendre au moins un parfaitement plan; nous les frotterons l'un contre l'autre avec de l'émeri. Mais si, après avoir fait ce travail pendant plusieurs heures, nous examinons notre ouvrage, nous nous apercevons qu'il n'est pas ce que nous désirons. Si nous avons frotté long-temps, nous trouvons généralement que l'un des côtés est concave et l'autre convexe, et nous reconnaissons, sans beaucoup d'efforts, que cet effet est produit par l'uniformité de nos mouvemens rectilignes; que, pour arriver à l'état que nous désirons, il faut les rendre circulaires, elliptiques, les varier dans tous les sens. Mais, si nous sommes munis d'un

troisième morceau de même forme, de même grandeur, et aussi concave que l'un des deux premiers, que nous frottions ces deux surfaces concaves ensemble, elles corrigeront mutuellement leurs défauts. Voici le secret de l'art. Pour rendre des surfaces parfaitement planes, il est indispensable d'en frotter trois à la fois. Dans la pratique, nous ne devons pas reconnaître un défaut dans une surface pour lui en opposer un contraire (comme dans l'exemple que nous venons de donner pour rendre la chose plus sensible); mais nous devons procéder, en les frottant alternativement l'une contre l'autre, en intervertissant souvent leur position, en pressant sur chaque partie avec un poids égal, en répandant l'émeri ou tout autre poudre analogue, aussi également que possible ; en poussant quelquefois diagonalement, d'autres fois de côté et d'autre, en mêlant ces mouvemens, de coups rectilignes, circulaires et elliptiques. Pour bien exécuter ces travaux, l'habitude des opérations manuelles est indispensable. Quoique le verre soit plus facile à polir que la plupart des métaux, les glaces, qui se travaillent par des machines, ne sont peut-être jamais aussi parfaites que celles qui le sont à la main ; car on rencontre souvent des parties de ces glaces qui possèdent les propriétés des miroirs concaves ou convexes.

L'émeri est la substance la plus communé-

ment employée pour user les métaux ; il faut donc en avoir de plusieurs degrés de finesse, et il est essentiel que dans celui qui est très-fin il n'y ait pas de grains grossiers, qui empêcheraient la pièce de toucher sur les autres. Dès que l'émeri, jeté sur l'ouvrage, ne produit que peu ou point d'effet, il doit être enlevé par le lavage et remplacé. Quand le fer ou le cuivre ont été ainsi frottés, il est difficile de les limer. On ne produit que peu d'effet tant que l'émeri qui est entré dans les pores du métal n'est pas enlevé.

L'eau, par la facilité que l'on a de s'en procurer, est le fluide le plus communément employé à l'émoulage ; mais les métaux sont mieux, plus vite usés et moins rayés quand on se sert d'huile; on l'emploie presque toujours pour polir.

Le plus tendre des trois corps soumis à l'émoulage, celui qui a les plus grandes inégalités au commencement du travail, a autant de chances que les autres d'être parfaitement et promptement terminé. Les substances siliceuses, comme l'émeri et le sable, peuvent être employées à polir les substances calcaires. Les pierres les plus dures, qu'on peut frotter l'une sur l'autre jusqu'à ce qu'elles deviennent très-droites, appartiennent à cette classe. C'est de cette manière qu'on travaille le marbre. Pour suivre les indications que nous avons données

sur l'art de limer, on se procurera trois blocs de marbre ou de pierre bien homogènes, d'un grain fin, dressés à la manière ordinaire, et finis comme nous venons de le dire; une table de marbre pourra remplacer celle de fer dans beaucoup de circonstances, mais ne lui sera jamais préférable.

Les métaux sont beaucoup plus compactes que les pierres, et susceptibles de recevoir un beau poli. S'il y a des inégalités considérables à enlever, la lime en fera plus en un quart d'heure que l'émoulage en un jour; mais, quand les imperfections s'étendent sur une grande surface, qu'elles deviennent nombreuses et si petites que la lime ou un autre outil ne peut les enlever, sans danger d'attaquer le reste, la dernière méthode en fera plus en un quart d'heure que la lime en un jour. Si l'une des trois pièces que nous avons frottées ensemble adhère assez exactement à l'autre, pour exclure l'air atmosphérique contenu entre ces surfaces, de manière qu'on puisse les enlever ensemble, c'est une forte présomption que toutes leurs parties sont planes.

La *meule* ordinaire sur laquelle on repasse les outils, ne demande pas de description; mais il est nécessaire d'observer qu'il est plus facile de repasser les outils plats, si sa circonférence est un peu convexe. Quand on

veut les repasser, il faut tourner du côté de la personne qui les tient, c'est-à-dire, contre le tranchant. Les meules sont souvent mises en mouvement par des machines; mais, quand elles sont animées d'une vitesse considérable, elles n'usent pas si bien et peuvent se casser, circonstance qui a occasioné de graves accidens. On avait autrefois l'usage de les suspendre sur un axe transversal à une pièce de bois qui passait par un trou carré, taillé au centre. La méthode de les fixer par une platine circulaire vissée de chaque côté, est plus usitée aujourd'hui; les couteliers donnent aux meules dont ils se servent une vitesse d'environ six cents pieds par seconde. A Wickersley, près Sheffield, on fait usage d'une espèce de pierre qui acquiert si peu de chaleur qu'on peut travailler à sec. Quand ces meules sont fendues, on les cercle avec du fer doux. Ce procédé est funeste à la santé des hommes, à cause des particules de fer qui voltigent dans l'air, et qui, respirées, produisent une maladie incurable.

Dans les ateliers de coutellerie, outre les meules de grès, on se sert aussi de meules de bois; elles sont formées de pièces dont le grain va du centre à la circonférence pour présenter toujours le fil sur lequel on repasse, et pour empêcher qu'elles ne se décentrent. Quelques-unes de ces meules sont recouvertes de fort cuir,

d'autres d'un alliage de plomb et d'étain. Après que la roue est tournée, on les couvre de rayures qu'on remplit d'un mélange d'émeri et de suif. Cette roue, appelée *brunissoir*, reçoit une vitesse d'environ quinze cents pieds par seconde.

Le *polissoir* dont on fait également usage est une pièce de bois circulaire tournée sur son axe, comme la meule et le brunissoir. Il est couvert d'un morceau de peau de buffle, sur la surface de laquelle on met de temps en temps du colcotar. Il ne doit pas avoir une vitesse de plus de soixante à quatre-vingts pieds par seconde.

La *brosse* est une autre pièce de bois circulaire, tournant aussi sur son axe, et armée de poils de sanglier, pour polir les parties qui ont été limées, et que le brunissoir ou le polissoir n'ont pu toucher.

Les planches de cuivre pour les gravures se préparent en les appuyant sur un plan incliné, et en les frottant avec un morceau de meule de grès, d'abord dans le sens de leur longueur, puis de leur largeur, jusqu'à ce que les marques du marteau à planer et autres défauts soient enlevés. La partie supérieure de la planche reçoit un filet d'eau qui remplace celle qui a été nécessaire à l'émoulage, et qui s'est écoulée. Les raies produites par le grès sont enlevées à leur tour par la pierre ponce, et le charbon

est ensuite employé pour effacer les traces de celle-ci. L'opération se finit avec la même substance et l'huile. Si le morceau de charbon dont on se sert pour polir glisse sur la surface, sans produire d'effet, il faut le rejeter, et en prendre un autre. On reconnaît qu'il est bon quand il ne raye pas, et qu'il fait, pendant qu'on frotte, un léger bruit. Les horlogers finissent les platines entre lesquelles ils placent les rouages des montres de la même manière, excepté qu'ils cherchent moins à effacer les rayures qu'à obtenir une surface brillante, en les frottant avec le colcotar, et la potée d'étain étendue sur de la peau. Le papier roulé en forme de cylindre sert aussi à cet usage, quand on l'a coupé droit sur la tranche. Un morceau de chapeau, dans la teinture duquel on emploie du fer, forme un excellent polissoir. Si on le trempe pendant quelques minutes dans l'acide sulfurique, le métal passe à l'état d'oxide rouge, et produit encore un meilleur effet.

Le tripoli sert à donner aux métaux, aux marbres, au verre, qui ont déjà été passés au sable et à l'émeri, le plus beau poli qu'ils soient capables de recevoir. Il est d'une couleur jaune, dure ; ses molécules sont si fines et si douces qu'elles ne laissent aucune raie perceptible.

Les orfévres donnent le dernier poli à leur ouvrage avec ce qu'ils appellent le *rouge à*

polir. C'est un oxide rouge de fer natif, dont la couleur tourne quelquefois au pourpre, et a l'apparence du très-beau colcotar ; mais alors il est d'une qualité inférieure.

Le brunissage est une opération qui se rapproche tant du polissage, qu'il n'est pas nécessaire d'en faire un article séparé. Le brunissoir employé par les éperonniers est de fer, d'acier ou de bois. Il consiste en un morceau de fer avec un manche de bois à un bout et un crochet à l'autre, pour y placer un autre morceau de bois tendre quand l'ouvrier travaille. Dans le milieu du manche, en dedans, est ce qu'on appelle proprement le brunissoir ; c'est une pièce triangulaire d'acier rivée sur le manche.

La mine de fer appelée *hématite rouge*, ou *pierre de sang*, est employée pour brunir les métaux ; mais c'est des *brunissoirs d'acier* qu'on fait le plus usage. Ils ont des formes très-variées suivant la manière de s'en servir, ou l'ouvrage sur lequel on opère. Celui qui est représenté fig. 9, pl. III, ou qui lui ressemble, est le plus fréquemment adopté. L'acier dont on fait le brunissoir doit être très-dur et parfaitement poli.

Du recuit.

Dans beaucoup de circonstances les corps qui

sont capables d'éprouver l'ignition deviennent durs et cassans par un refroidissement subit. Le verre, la fonte de fer et l'acier sont particulièrement dans ce cas. Ces inconvéniens disparaissent quand le refroidissement est graduel. C'est ce refroidissement graduel qu'on appelle le recuit. Les vases de verre sont portés dans un four placé sur le grand fourneau, où ils se refroidissent plus ou moins lentement, suivant leur volume et leur épaisseur. L'acier est parfaitement recuit quand on le fait rougir dans un feu de charbon dont il est entièrement couvert. La fonte de fer d'un grand volume exigerait pour ce recuit une quantité considérable de charbon ; en la chauffant avec de la tourbe ou du fraisil, on diminue beaucoup la dépense, et elle peut y rester enveloppée à l'abri du contact de l'air jusqu'à ce que le tout soit refroidi. Il ne faut pas pousser le feu au point de produire une chaleur au-dessus du rouge faible ; un peu au-delà, les barres minces plient si elles n'ont pas de supports, et même fondent sans que la chaleur soit poussée à un degré bien intense. S'il faut recuire un grand nombre de pièces à la fois quand le feu n'en peut tenir que deux ou trois ; si on n'ose le laisser à lui-même, de crainte qu'il n'augmente trop, on peut adopter le moyen suivant : chauffez autant de pièces à la fois qu'il vous convient ; et, dès qu'elles sont rouges, en-

terrez-les dans de la sciure de bois sèche. La fonte recuite est moins susceptible de plier par une exposition subséquente et partielle à un feu modéré, que celle qui n'a pas subi cette opération.

Les méthodes que nous venons d'indiquer pour recuire la fonte de fer n'altèrent pas ses qualités naturelles. Les couteliers ne font que la stratifier avec des substances qui contiennent de l'oxigène, comme de la mine de fer pauvre, exempte de soufre et tenue dans un état voisin de la fusion pendant 24 heures. Elle possède alors un degré considérable de malléabilité, et peut encore convenir pour plusieurs sortes de clous et d'outils.

Le cuivre forme une exception remarquable à la règle générale du recuit. Ce métal devient plus doux et plus flexible quand on le plonge rouge dans l'eau froide, que quand on emploie d'autres moyens. Le refroidissement graduel produit sur lui un effet contraire.

De la règle et de l'équerre.

Une règle d'acier parfaitement droite est un instrument précieux pour un artiste. Elle n'a pas de longueur déterminée, elle peut varier suivant la nature de l'ouvrage sur lequel elle doit être appliquée. A moins qu'elle ne soit très-courte, elle a ordinairement 2 pouces de large, et son épaisseur est dans tous les cas suffisante

pour porter son propre poids. Cette propriété doit la rendre plus épaisse qu'on ne le suppose généralement. Si elle a trente pouces de long, elle n'aura pas moins d'un demi-pouce d'épaisseur; et, si elle a quarante pouces, cette épaisseur sera de cinq huitièmes de pouce. Si on la fait plus mince pour ces longueurs, elle pliera dans le milieu quand on la posera sur ses bouts, ce dont on pourra s'assurer facilement au moyen d'une seconde règle.

Cet instrument de précision, qui n'est pas même connu de beaucoup d'ouvriers, doit se faire avec le meilleur acier fondu, et se limer avec toute l'exactitude possible sur toutes ses faces. Il faut en faire trois en même temps, et suivre avec la plus grande attention toutes les observations que nous avons rapportées pour les rendre planes. Si elles sont rigoureusement droites, en les plaçant l'une sur l'autre, on n'apercevra pas de jour entre elles. Elles sont ordinairement amincies d'un côté pour rendre un des bords beaucoup moins épais que l'autre, à la manière dont sont faites les règles de bois communes.

Nous avons déjà indiqué l'usage de la règle lorsqu'on lime; elle est aussi nécessaire au tourneur lorsqu'il doit obtenir des lignes droites. Par exemple, quand on façonne un cylindre ou un cofre, l'application de la règle indique instantanément les irrégularités de la figure.

Deux prismes rectangulaires, joints à une de leurs extrémités, comme pour former un angle droit intérieurement et extérieurement, constituent l'instrument qu'on appelle *équerre*. Voyez pl. III, fig. 10. Une bonne équerre est difficile à rencontrer. Celles que vendent les marchands d'outils sont en général si malfaites, qu'il n'y en a pas deux qui se rapportent entre elles. Ainsi une équerre, pour servir de guide quand on lime les métaux, doit être confectionnée par l'artiste qui veut en faire usage, ou au moins finie par lui, s'il tient à ne pas dévier de peut-être un 50[e] de pouce. Elle doit être de bon acier, attendu qu'elle n'a pas besoin d'être trempée ; elle doit aussi être bien martelée, raide et élastique. Comme la règle, elle doit être limée avec le plus grand soin et polie sur chaque côté.

Pour juger si l'équerre est exacte ou non, posez-la sur une planche de métal unie, qui ait au moins sa largeur et deux fois sa longueur, et dont les bords soient parfaitement perpendiculaires et parallèles entre eux. Contre ce bord et vers le milieu de la planche, pressez le bout extérieur d'un des bras de l'équerre ; fixez-le, et avec un burin ou quelque instrument d'acier très-pointu, tracez sur la planche une ligne qui se termine autant que possible à l'extrémité du bras ; portez ensuite l'équerre sur l'autre côté de la planche, et pressez son bord contre

l'autre moitié de l'équerre. Pendant que vous la tenez dans cette position, faites-la glisser exactement sur la ligne déjà tracée; tirez-en une nouvelle, et examinez si celle-ci coïncide parfaitement avec l'autre. Si cela arrive, la règle est juste. Mais, s'il n'y a qu'une partie de l'équerre qui touche la première ligne, tirez-en une seconde de ce point, vous produirez un angle aigu; la moitié de cet angle, à la distance donnée du bord, vous montrera la déviation de l'instrument sur l'angle droit, à la même distance du même point.

De la vis.

On fait ordinairement les vis avec le tour, la tarière ou le ciseau. La partie supérieure s'appelle tête. La tige sur laquelle le filet ou spirale est gravé forme la vis proprement dite, qui est, ou cylindrique, ou conique. L'écrou est un morceau de fer plat, de quelques lignes d'épaisseur, carré, percé d'un trou dans lequel on grave le filet de la vis qui doit y entrer. Pour qu'une vis soit bonne, il faut que les filets soient aussi saillans qu'ils sont profonds dans l'écrou, de manière à remplir exactement, lorsqu'ils sont placés l'un dans l'autre, l'espace qui sépare un filet du suivant. La section longitudinale d'une vis et d'un écrou ne doit pas représenter une ligne en zigzag, ni

une série de triangles qui se touchent par la base ; elle doit être formée de lignes courbes, correspondantes à des segmens de cercles, ou mieux, elle doit figurer une ligne droite terminée en ovale par l'extrémité du petit côté. Ainsi ceux qui se servent de vis doivent en examiner la forme avant que d'en faire usage.

L'instrument dont on se sert pour faire les vis se nomme filière ; il est gravé dans toute son épaisseur de filets ou pas de vis ; il a une force capable de résister à l'effort qui est nécessaire pour le faire agir sur la tige de fer dont on veut former la vis ; cette tige doit être parfaitement droite, et d'une grosseur uniforme. Le meilleur, et celui qu'on emploie le plus ordinairement, est décrit dans la fig. 11, pl. III. Aussi est-il bien connu. Nous n'en ferons la description que pour ceux qui sont peu familiers avec ces travaux. Un carré AB est soudé à deux manches CD ; au milieu est une ouverture de même forme pour recevoir deux morceaux d'acier *bb*, dont on voit la section fig. 12, avec une entaille qui les maintient dans la rainure : vient ensuite un morceau de fer destiné à remplir l'espace *c*. Ce morceau est pressé par la vis *f*, et règle l'écartement des pièces ou coussinets *bb*, qui sont échancrés, chacun circulairement, de la moitié d'un écrou dont les filets y sont gravés. Lors-

qu'ils sont réunis, l'ouverture qu'ils laissent entre eux ne forme pas un trou parfaitement rond, parce que chaque partie porte moins qu'un demi-cercle. Par ce moyen la filière peut couper des vis plus petites que son diamètre. En serrant celle de pression *f*, on règle l'ouverture des coussinets pour ne produire sur le goujon à faire la vis, qu'une gravure peu profonde au premier tour, ensuite on les rapproche successivement assez pour les y imprimer entièrement.

Le goujon destiné à former une vis s'amincit au bout pour mieux entrer dans la filière. On détermine l'introduction en pressant sur ce goujon avec une force proportionnée à son volume, en tournant à la fois d'un mouvement progressif et rétrograde, et avançant toujours plus dans le premier sens que dans le deuxième : on opère par secousses ce mouvement qui n'exige de pression de haut en bas qu'en commençant, et jusqu'à ce que le premier filet soit gravé. Les filières s'usent rapidement lorsqu'on y passe des goujons de fer brut, couverts d'écailles ou de paille.

Pour faire l'écrou, on place dans l'étau un morceau de fer carré, percé d'un trou, où l'on introduit le bout du taraud, qui est traversé par une barre de fer, pour aider son mouvement; en tournant par secousses comme avec la filière, il y grave ses filets.

Les tarauds qu'on emploie sur la fonte de fer sont carrés (c'est-à-dire qu'après avoir été faits primitivement ronds, ils sont limés des quatre côtés opposés, et qu'on ne laisse les filets que sur les angles). Pour le cuivre, ils sont quelquefois carrés et d'autres fois triangulaires. Cela est nécessaire pour que la limaille qui se forme puisse se loger quelque part; sans cela il faudrait retirer très-souvent le taraud pour ne pas le casser. Pour le fer malléable, on le prend ordinairement carré, et celui pour la fonte, cannelé seulement dans le sens de sa longueur.

La méthode de tailler les vis au tour sera décrite à l'article du tourneur.

Du cuivre.

Le cuivre est un métal sonore très-brillant, d'une belle couleur rouge, possédant à un degré considérable la dureté et l'élasticité; il est extrèmement malléable, et peut être réduit en feuilles si fines qu'elles voltigent dans l'air. Sa tenacité est aussi très-grande, un fil d'un dixième de pouce de diamètre est en état de supporter un poids de trois cents livres sans casser: il fond à 27 degrés de Wedgwood. Quand il refroidit subitement, sa texture devient poreuse et granulée. Lorsque sa température s'élève au-dessus de celle qui est nécessaire pour sa fusion, il se sublime sous forme

de fumée. Aucun des métaux malléables n'est plus difficile à limer ou à tourner plat ; mais il se grave et se laisse polir aisément.

Dans l'économie domestique, la nécessité de conserver les vaisseaux de cuivre parfaitement propres ne peut être trop recommandée ; mais on doit remarquer que la graisse, les huiles et les acides végétaux ne les attaquent pas tant qu'ils sont chauds ; ainsi on en peut faire usage avec sécurité pour la préparation des alimens, lorsqu'on ne les y laisse pas refroidir. L'étamage ne peut et ne doit pas augmenter cette sécurité, parce qu'il ne couvre jamais toutes les parties du cuivre.

Les composés formés du mélange de deux ou plusieurs métaux sont appelés *alliages*. Les alliages de cuivre, surtout ceux dans lesquels ce corps domine, sont plus nombreux et plus importans dans les arts que ceux des autres métaux. Beaucoup sont connus et en usage de temps immémorial. La véritable composition, et surtout le mode de préparation de plusieurs d'entre eux, sont tenus aussi secrets que possible ; mais, à l'aide de la chimie, on peut aisément les découvrir : cependant on n'est pas toujours à même de produire un mélange doué des mêmes qualités. C'est souvent au hasard qu'est dû le meilleur mode de combinaison.

Le cuivre jaune ou laiton est le plus impor-

tant de tous les alliages de cuivre; il est plus fusible, moins oxidable, d'une couleur jaune plus agréable à l'œil. Il est plus malléable à froid que le cuivre; on en fait une toile métallique pour couvrir les tamis qui remplace la soie la plus fine qu'on y employait auparavant. Le cuivre jaune est composé de trois parties de cuivre, et d'une de calamine ou carbonate de zinc natif. Ce minéral est d'abord réduit en poudre, lavé et criblé, afin d'en séparer le plomb avec lequel il est mêlé; il est ensuite calciné dans un four chauffé au rouge et fréquemment remué. En quelques endroits cette calcination se fait dans une espèce de four à chaux, rempli alternativement de calamine et de charbon, et allumé par le fond, où une quantité de bois suffisante est déposée. Quand la calamine a été fortement calcinée, on la porte dans un moulin, où on la mêle à un tiers ou à un quart de charbon, et de là au fourneau de fusion. On la met dans le creuset avec des rognures ou des morceaux de cuivre; on couvre le tout avec du poussier de charbon; on couvre et on lute le creuset, on chauffe d'abord modérément, on élève ensuite assez haut la température pour obtenir la fusion, et on coule en lingots.

En général les proportions extrêmes du zinc sont de 12 à 35 pour 100 du cuivre; avec 35 pour 100 du premier, le second est encore par-

faitement malléable, et peut très-bien être travaillé, quoique le zinc lui-même ne puisse être forgé à la température ordinaire.

Le bon laiton est presque élastique ; en sortant de la fonderie, il est très-flexible ; et, quand il est poli, les yeux ne peuvent y découvrir aucun pore. Des coups de marteaux multipliés diminuent l'élasticité du laiton et le rendent moins flexible. Les horlogers et tous les artistes qui emploient ce métal le frappent à froid ou l'écrouissent avant que de le tourner ou de le limer ; autrement leur ouvrage ne serait pas assez solide ; les pièces s'useraient et se déformeraient promptement. Le laiton n'est pas malléable à chaud.

L'écrouissage donne au cuivre une vertu magnétique, qui est peut-être due aux particules de fer qui se sont détachées du marteau et de l'enclume durant ce travail. Cette circonstance oblige d'employer des martaux de cuivre pour écrouir celui qui est employé à fabriquer les boîtes de boussoles et autres appareils semblables.

Le *pinchbeck* est formé de 5 ou 6 parties de cuivre et d'une de zinc. Le *tombac* contient plus de cuivre, aussi est-il plus rouge. Le *metal du prince* est composé de même, excepté qu'il contient encore plus de zinc que le premier.

Les alliages de cuivre combinés en différentes proportions avec l'étain sont très-importans dans les arts. Ils forment des composés qui ont des propriétés distinctes. L'étain rend le cuivre plus fusible, moins oxidable, plus dur, plus dense, plus sonore et plus cassant.

Huit à dix parties d'étain combinées avec cent de cuivre forment le bronze, qui est d'une couleur jaune grisâtre, plus dur que le cuivre, et avec lequel on fait les statues. Les proportions ordinaires du métal de cloche sont trois parties de cuivre et une d'étain. La plus grande portion d'étain peut être séparée de cet alliage en jetant un peu d'eau dessus pendant qu'il est en fusion. L'étain décompose l'eau, s'oxide et monte à la surface. Les proportions d'étain varient un peu suivant les différentes fonderies et les différentes sortes de cloches. On met moins d'étain pour les cloches d'église que pour celles d'horloges. Pour les petites sonnettes on ajoute une très-petite quantité de zinc, l'alliage en devient plus sonore; il le devient encore davantage si on y fait une légère addition d'argent. On trouve aussi quelquefois dans le métal de cloche une petite portion d'antimoine. Quand on le forme de cuivre, de laiton et d'étain, le cuivre y entre dans la proportion de 60 à 80 pour cent, y compris celle qui existe dans le laiton; le reste est de l'étain et du zinc. Si l'alliage re-

çoit un tiers d'étain, il acquiert une belle couleur blanche et un brillant presque semblable à celui du mercure; il est très-dur, d'un grain serré et cassant. Si la proportion s'élève à la moitié, ses propriétés sont encore plus remarquables; il est susceptible d'un poli parfait, qui le rend propre à la confection des miroirs de télescopes; mais, si on dépasse cette quantité, sa blancheur diminue, il devient d'un gris bleu, d'une texture raboteuse, et ne peut plus servir pour ces miroirs.

De l'étain.

Ce métal est aussi très-important pour les arts. Il a la couleur de l'argent, il est très-ductile, malléable, et fait, lorsqu'on le plie, un bruit particulier qu'on appelle *cri de l'étain*. Sa gravité spécifique est 7,291; un pied cube pèse environ 516 kilogrammes. Sa pureté est en raison de sa légèreté. Il fond à 220°, et augmente la fusibilité des métaux avec lesquels il est mêlé. Deux parties de plomb et une d'étain forment la soudure des plombiers, qui est plus fusible que chacun des métaux séparément. Huit parties de bismuth, cinq de plomb et trois d'étain forment un alliage qui fond à une chaleur qui n'excède pas celle de l'eau bouillante. De petites cuillères faites avec cette composition excitent la surprise de ceux qui ne connaissent

pas leur propriété; elles fondent dans la tasse de thé où on les plonge.

On fait avec l'étain des chaudières pour les teinturiers, et des serpentins d'alambic. La composition ordinaire de la vaisselle d'étain est 112 l. d'étain, 15 de plomb, et 6 de laiton. Le bel alliage qu'on emploie à la confection des vases de table ne contient pas de plomb; il n'est composé que d'étain, auquel on ajoute une petite quantité d'antimoine, et quelquefois très-peu de cuivre; on peut en faire des vaisseaux pour enfermer du vin et même du vinaigre.

L'étamage consomme une quantité d'étain considérable. Le principal secret de cet art est de tenir le métal et la surface de celui sur lequel il doit s'appliquer parfaitement nette et à l'état métallique. On fait le fer-blanc avec de la tôle de fer, qu'on étame avec l'étain. Pour cela, on commence à la frotter avec du sable, pour la rendre claire, on la trempe dans de l'eau aiguisée par l'acide sulfurique, pendant vingt-quatre heures; on la frotte de temps en temps, de manière à la bien dépouiller, et on la met dans l'eau claire, où on la garde jusqu'à ce qu'on procède à l'étamage. L'étain est fondu dans un creuset de fer étroit, mais plus profond que la feuille de fer-blanc; quand il est en fusion, on la plonge dedans en la tenant droite et l'enfonçant jusqu'à ce qu'elle soit recouverte.

Pour prévenir l'oxidation à la surface du métal, on le couvre d'huile ou de matières résineuses. L'étain fondu doit avoir un certain degré de chaleur; s'il n'est pas assez chaud, il n'adhère pas suffisamment au fer; s'il l'est trop, il y dépose une couche trop mince. Pour en avoir une plus épaisse, il faut d'abord plonger quand l'étain est très-chaud, et ensuite lorsqu'il l'est un peu moins. Non-seulement il adhère alors à la surface du fer, mais il le pénètre et se combine intimement avec lui.

Le cuivre s'étame quand il a été travaillé. S'il est neuf, on frotte sa surface avec du sel et de l'acide sulfurique étendu. On répand de la résine pulvérisée dans l'intérieur du vaisseau, dans lequel, après qu'il a été bien chauffé, on coule de l'étain fondu et on frotte avec de la filasse, pour rendre la couche uniforme. On emploie rarement pour ce travail de l'étain pur; il est presque toujours, quoique mal à propos, mêlé à une petite portion de plomb.

L'usage de la résine est important. La chaleur donnée au cuivre est suffisante pour oxider sa surface; et, quoique cette oxidation soit peu considérable, elle serait suffisante pour empêcher l'adhésion de l'étain. La résine est également utile pour prévenir l'oxidation de ce métal, ou pour revivifier les portions d'oxide qui auraient pu se former pendant l'opération.

Lorsqu'on étame une seconde fois les vases de cuivre, il faut d'abord les gratter avec un instrument d'acier, ou les frotter avec de la paille de fer, puis jeter dessus du sel ammoniac pulvérisé, et étendre l'étain fondu avec un morceau de ce même sel.

Pour étamer les vases de fer, on suit la même marche; mais il faut préalablement les blanchir ou les décaper avec de l'acide muriatique. Les clous de fer ne peuvent être étamés en les plongeant dans un bain d'étain. On ne parvient à ce résultat qu'en les renfermant avec de l'étain fondu et du sel ammoniac en proportion convenable, dans une bouteille de grès et en les agitant pendant que le tout est chaud.

Voici une méthode d'étamer qui est préférable pour la permanence et la beauté du tain. Les ustensiles sont décapés de la même manière. La surface intérieure est battue sur une enclume raboteuse, ou frottée avec une brosse de fil de fer, afin que l'étain adhère plus facilement au cuivre. On l'étend avec le morceau de sel ammoniac, et on réduit l'opération comme on fait pour de vieux vases. On applique une seconde couche composée de deux parties d'étain et trois de zinc, qu'on étend de la même manière avec le sel ammoniac. La surface intérieure est alors battue, frottée avec de la craie et de l'eau, planée avec un marteau convenable,

et enfin exposée à une chaleur modérée, puis plongée dans un bain d'étain fondu. Cette sorte d'étamage garantit entièrement les ustensiles de l'oxidation.

Pour étamer les épingles, on en remplit un chaudron par couches alternatives avec de l'étain en grenailles; on y verse une solution de sur-tartrate de potasse (crême de tartre), et on fait bouillir le tout pendant quatre à cinq heures. L'acide tartarique dissout d'abord l'étain et le dépose graduellement sur la surface des épingles. C'est une conséquence de l'excès d'affinité que le zinc qui entre dans la composition du fil de laiton exerce sur ce métal.

On connaît dans le commerce deux sortes d'étain, l'étain en lingots et l'étain en grains. Le premier provient de la mine la plus commune; le deuxième, qui vaut mieux, se trouve en petites portions; il doit sa qualité, non-seulement à la pureté du minerai, mais encore au soin avec lequel celui-ci est lavé et raffiné.

Du plomb.

Le plomb s'unit avec la plupart des métaux; il est peu élastique et très-mou. Chauffé à une légère chaleur rouge, il dissout l'or et l'argent; mais, si la température continue de croître, il se sépare, s'élève à la surface de l'or en se combinant à toutes les matières hétérogènes. Cette

propriété est mise à profit dans l'art de raffiner les métaux précieux.

Le plomb chauffé jusqu'à bouillir et fumer dissout le cuivre, et forme un alliage qui devient cassant par le refroidissement. La combinaison de ces deux métaux n'est pas très-forte, car, quand on expose la masse à une chaleur suffisante pour fondre le plomb, il y a désunion. Cet effet qui est particulier à l'alliage du plomb et du cuivre s'appelle *liquation*. On a dernièrement découvert qu'on peut ajouter du plomb au métal qu'on emploie pour faire des boutons blancs, sans altérer sa belle apparence. Cette addition a donné un grand profit au fabricant.

La consommation du plomb, pour faire des tuyaux de conduite, des réservoirs et pour couvrir des bâtimens, est très-considérable. On fait le plomb coulé, en répandant le métal fondu sur une table préparée pour cet usage; elle est généralement couverte de sable; on approche, au moyen d'une grue, la chaudière qui contient le plomb fondu, et on la renverse dessus. On règle l'uniformité et l'épaisseur de cette lame en la passant entre deux cylindres de fer, qui agissent d'après le même principe que les rouleaux des imprimeurs en taille-douce.

Les caractères d'imprimerie se font avec un alliage de plomb et d'antimoine. M. Chaptal a fait un grand nombre d'expériences pour re-

connaître les meilleures proportions de ces métaux. Il a trouvé que quatre parties de plomb et une d'antimoine sont ce qui convient le mieux. Une partie d'antimoine pur et sept de plomb forment un alliage trop fragile pour s'étendre sous le marteau, mais aussi dur que les caractères ordinaires. Dans cette combinaison l'antimoine ne sert pas seulement à donner de la dureté au plomb, il le rend encore plus fusible, plus fluide, et lui fait prendre de l'expansion en se refroidissant, qualité précieuse qui le fait mieux pénétrer dans les interstices du moule. L'antimoine (qui est appelé communément dans le commerce régule d'antimoine, ou simplement régule) est moins fusible que le plomb; et, lorsqu'il est combiné avec ce métal dans une proportion qui excède la moitié de son poids, il faut le remuer souvent pour l'empêcher de monter à la surface. Les différentes parties du même morceau de métal de caractère ont souvent divers degrés de dureté. Les planches stéréotypes sont quelquefois plus dures à la surface qu'au dos.

La méthode de granuler le plomb de chasse est curieuse : on ajoute à ce métal fondu une petite quantité d'arsenic, qui le dispose à couler en gouttes sphériques; on le verse alors dans un cylindre dont la circonférence est percée de trous. Le plomb passe au travers, se di-

vise en gouttes qui tombent dans l'eau, où elles se durcissent. Elles ne sont pas toutes sphériques; on se sert, pour les séparer, d'un moyen ingénieux. On les jette sur la partie supérieure d'un plan peu incliné; les grains roulent; les uns, ceux qui ont la forme coniques, tendent à aller sur le côté, tandis que ceux qui sont ronds roulent tout droit : on assortit ensuite les grosseurs avec des tamis. Les fabricans de plomb de chasse placent leur fourneau de fonte au haut d'une tour d'une centaine de pieds, pour obtenir une grande quantité de grains sphériques. Le plomb tombant de cette hauteur se refroidit graduellement avant de toucher l'eau. On incorpore l'arsenic au plomb en ajoutant un excès de l'un à une petite quantité de l'autre; on couvre bien le vase où se fait le mélange, on le lute même, et on chauffe jusqu'à ce que l'incorporation soit complète. On met dans le plomb fondu une proportion de cet alliage, telle que la goutte se forme bien ronde. Moins le plomb de chasse est fort, et moins il faut le faire tomber de haut; le plus petit n'a pas plus de huit ou dix pieds de chute. Si le métal est trop chaud quand on le coule, il se crevasse; s'il est trop froid, il s'arrête dans les trous du cylindre. Si on ne veut faire que de petites quantités de plomb de chasse, on peut se servir d'une crémaillère.

Quand on tient le plomb en fusion, sa surface se couvre promptement d'une peau ou pellicule irisée qui augmente bientôt en épaisseur et en couleur. Cet effet, qu'on appelle oxidation est dû à l'absorption de l'oxigène de l'air. Son importance, pour ceux qui fondent beaucoup de plomb, a dû faire chercher le moyen le plus économique de ramener l'oxide à l'état métallique. Une couche de cendres suffit; elle l'empêche de se former, et s'écarte facilement quand on veut puiser avec la cuiller. Le charbon convient aussi pour cet objet, et, de plus, réduit l'oxide; la graisse, l'huile, les substances bitumineuses produisent le même effet. La résine le produit aussi; jetée en poudre sur le plomb fondu, elle convertit immédiatement l'oxide en métal, rend sa surface comme celle du mercure, et ne laisse qu'une poussière noire contenant très-peu ou presque point de plomb. Quand on enlève cette poussière, elle peut être mêlée de petits grains de métal; on la jette alors dans l'eau, on remue et on décante; les grains restent au fond. Si cette poussière est assez pesante pour se précipiter de suite, on doit présumer que c'est un véritable oxide qu'on revivifie en l'exposant avec du charbon à une chaleur considérable. Il est toujours plus prudent et plus économique de prévenir la formation de l'oxide, que d'employer son temps à le revivifier.

Le plomb devient moins fluide à mesure qu'on le fond, ou qu'on l'expose à de hautes températures. Lorsque les plombiers le fondent en feuilles, ils jettent du sel commun sur la table pour faire mieux étendre et mieux couler ce métal quand il n'est pas neuf.

Les observations faites sur le plomb s'appliquent également à l'étain, à l'antimoine, au zinc, au bismuth et à tous les alliages de ces métaux; on met d'autant plus de soin à les préserver de la destruction qu'ils sont plus précieux,

Du zinc:

Le zinc est un métal très-combustible, brillant, d'une couleur blanche un peu bleuâtre; il semble former la ligne intermédiaire entre les métaux malléables et cassans. C'est une découverte moderne. A la température de 210 à 300 F, il s'étend sous le marteau, peut être tiré à la filière ou mis en feuilles. Après avoir été recuit, il reste doux, flexible, extensible et ne redevient pas fragile. On l'a appliqué depuis peu à des usages auxquels on ne le croyait pas propre.

Il n'est plus maintenant difficile d'en former des lames pour le doublage des vaisseaux, la fabrication des ustensiles de toutes formes. Il a déjà été appliqué avec succès à plaquer les vases culinaires et à remplacer l'étamage; il est plus

dur et moins cher que l'étain, et peut recevoir toutes les formes.

Le zinc peut être pulvérisé à une température élevée. Il peut aussi, comme plusieurs autres métaux, être très-divisé en le versant dans l'eau lorsqu'il est en fusion; ce sont les moyens les plus faciles de le réduire en petites parties. La lime n'a pas beaucoup d'action sur lui, il l'use et la casse en peu de temps. Le zinc en limaille est employé à produire ces étoiles brillantes qu'on remarque dans les feux d'artifice ; mais la limaille de fonte de fer produit presque le même effet à bien meilleur marché.

La calamine, dont on se sert pour convertir le cuivre en laiton, se trouve en masse cristallisée combinée avec une grande quantité de silex. C'est un oxide de zinc natif, allié à l'acide carbonique. On trouve aussi une mine de zinc, qu'on appelle blende ; c'est un sulfure de ce métal.

De la soudure.

On appelle soudure l'union de deux morceaux de mêmes ou de différens métaux, qu'on assemble au moyen de la fusion d'une substance métallique que l'on interpose entre eux.

C'est une règle générale que la soudure doit être plus fusible que les métaux sur lesquels elle

est appliquée. Il n'est pas toujours nécessaire qu'elle soit de la même couleur ni de la même dureté ou malléabilité que le métal sur lequel elle s'applique.

On distingue les soudures en fortes et en douces. Les premières, qui doivent être ductiles et forgées avec la pièce sur laquelle on les met, sont faites, dans le plus grand nombre de cas, avec le métal même auquel on ajoute un alliage qui augmente leur fusibilité. Quelques-uns des faits déjà détaillés prouvent que la composition ajoutée dans cette vue n'est pas toujours par elle-même d'une fusion plus facile.

On soude le platine avec l'or. Ce moyen rendra l'usage des vases de platine plus communs, même dans les opérations de chimie.

La soudure forte pour l'or est composée d'or et d'argent, d'or et de cuivre; d'or, d'argent et de cuivre. Les bijoutiers en emploient de quatre espèces; la soudure de huit, dans laquelle il y a sept parties d'argent, et une de laiton ou de cuivre; la soudure de six où il y a seulement une sixième partie de cuivre; la soudure de quatre et la soudure de trois. Mais ceux qui ont beaucoup de soudures à faire ne peuvent s'embarrasser de ces variétés; ils emploient, en général, la composition suivante : ils fondent deux parties d'or avec une d'argent et une de cuivre; ils mêlent bien la masse,

ajoutent un peu de borax en poudre et versent immédiatement. Si on coule cette soudure dans des lingotières très-étroites, elle sera plus commode pour les usages subséquens. Si vous voulez nettoyer de l'or qui a été soudé, chauffez-le presqu'à l'ignition, laissez-le refroidir, et faites-le bouillir dans l'urine et dans le sel ammoniac.

La soudure forte pour l'argent se prépare en fondant deux parties d'argent avec une de laiton; tenez long-temps en fusion pour faire dissiper en fumée le zinc du laiton. Si l'argent qui doit être soudé est allié à beaucoup de cuivre, la proportion de celui-ci doit être augmentée; on peut, par exemple, employer la composition suivante : quatre parties d'argent, et trois de laiton rendu plus fusible par l'addition d'une seizième partie de zinc. L'argent pour être nettoyé, après avoir été soudé, sera chauffé et refroidi comme l'or, et ensuite bouilli dans une eau d'alun.

La soudure forte, pour le cuivre, se compose de laiton mêlé à un huitième, un sixième et même à moitié de zinc; cette soudure sert aussi pour le laiton. C'est celle que les chaudronniers emploient ordinairement. La monnaie d'argent est une excellente soudure pour le laiton; elle est plus fusible, d'un service plus facile et également durable. Tous les petits

ustensiles d'argent qui sont hors de service peuvent être appliqués à cet usage.

On peut souder le fer avec le cuivre, le laiton, l'or, ou l'argent. Le laiton, ou la soudure forte du cuivre, est le plus communément employé ; l'opération est alors appelée *brazer*. Mais un carbure du même métal, tel que la fonte grise, brune, la plus fusible, forme la soudure la plus durable que l'on puisse employer. Elle perd quelque chose de sa fragilité, et le fer malléable devient plus dur dans le voisinage de la soudure.

Les parties sur lesquels la soudure forte doit agir sont couvertes avec du borax en poudre et humecté; elles doivent aussi, comme dans l'étamage, être parfaitement propres et limées. Le borax coule promptement en une espèce de verre qui prévient la fusion de la soudure, et préserve de l'oxidation les surfaces sur lesquelles il s'applique. Les pièces qui doivent être soudées sont attachées ensemble avec un fil de fer, ou retenues par quelque autre moyen. La flamme d'une lampe dirigée par le chalumeau sur un charbon, contre les joints d'une petite couverte de soudure, est suffisante pour les petits objets. Dans les travaux en grand, le feu de la cuisine peut suffire pour opérer la fusion, quoiqu'une forge soit encore plus convenable.

Les soudures douces fondent plus aisément,

mais elles sont cassantes et ne peuvent être forgées. Celle qu'on emploie pour le plomb est composée ordinairement de deux parties de ce métal et d'une d'étain ; on reconnaît sa bonté en la faisant fondre et en en versant un peu sur une table ; si on voit des étoiles brillantes s'élever à la surface, elle est de bonne qualité. En diminuant la proportion de plomb, on forme ce qu'on appelle la soudure forte. On peut aussi en augmenter la quantité pour souder des vaisseaux qui doivent contenir des acides, parce que le plomb est moins attaqué que l'étain.

Le métal avec lequel on double les boîtes à thé est un alliage de plomb et d'étain. Il renferme quelquefois une très-petite proportion d'étain ; d'autres fois une si grande quantité qu'il forme une excellente soudure pour le plomb. Ces échantillons se reconnaissent à leur brillant et au cri d'étain qu'ils font entendre lorsqu'on les plie. Nous devons observer que, lorsque ces feuilles de métal sont mêlées avec l'antimoine, elles produisent un composé qui a moins de fermeté quand il est froid, et moins de fluidité quand il est chaud, que si on avait employé du plomb neuf pur. Il est probable que dans la fabrication de ces feuilles le métal est altéré par trop de chaleur.

La soudure pour l'étain consiste en quatre

parties d'étain de vaisselle, une d'étain et une de bismuth.

Le fer à souder des ferblantiers est un morceau de fer d'une forme pyramidale, couvert de cuivre, attaché à une tige de fer, armé d'un manche de bois ; le cuivre a rarement plus de quatre ou cinq pouces de long; et, quand il est usé, on en recouvre la tige. Lorsque le fer à souder, est suffisamment chaud, il fond et enlève la soudure qu'on applique sur la jointure; on répand, sur les deux surfaces à souder, de la résine qui préserve le métal de l'oxidation.

On applique entre les morceaux d'ouvrages délicats de laiton une feuille d'étain mouillée d'une forte solution de sel ammoniac, et on les attache solidement ensemble pendant qu'on les chauffe. On obtient ainsi une excellente soudure, mais il ne faut pas employer une trop grande chaleur.

EXERCICES MÉCANIQUES.

Du bois.

Nous avons traité des usages et des méthodes les plus communément employées dans le travail des métaux ; nous allons maintenant nous occuper du bois. Nous commencerons par énumérer les sortes les plus utiles, puis nous ferons remarquer leurs propriétés, leurs usages et les meilleurs moyens de les mettre en œuvre.

Le chêne est de toutes les espèces de bois qui croissent en Europe, celle qui convient mieux aux constructions et à presque tous les objets d'économie rurale et domestique. Exposé alternativement à l'air et à l'eau, il est préférable à tous les autres. Il est dur, un peu flexible, difficile à éclater, et convient parfaitement à la construction des vaisseaux. Sa qualité s'améliore si on le laisse sécher trois ou quatre ans après qu'il a été coupé ; sa séve s'épaissit ; il devient beaucoup plus fort et plus durable.

Le hêtre n'est pas moins précieux, il est très-dur, blanc quand il est jeune, et d'une grande force ; mais il se déjette facilement lorsqu'il est exposé aux intempéries de l'air. Dans les cons-

tructions intérieures, il est souvent attaqué par les vers. Il sert principalement à la confection des bois de lit, des chaises et autres meubles. Les vers qui le détruisent, se nourrissent de la séve qu'il retient; un des meilleurs moyens de le préserver est par conséquent de le dépouiller de toute espèce de sucs. On y parvient en le mettant tremper dans l'eau pendant plus ou moins de temps, suivant la saison; en été l'effet est plus prompt. Les planches minces y séjournent pendant environ deux mois; les autres pièces quatre, cinq et six mois suivant leur épaisseur. Pour les empêcher de se déjeter en séchant, on a soin de ne les exposer ni à la pluie, ni au soleil, de les poser à plat, l'une sur l'autre en les séparant de distance en distance par des lattes qui permettent à l'air de circuler entr'elles, et on charge le tout de poids. Les pièces les plus épaisses, qui sont plus long-temps à sécher, se placent sous des hangards. De cette manière le hêtre peut devenir aussi bon et aussi durable que l'orme. Cependant, si on l'emploie dans l'intérieur des maisons, il faut couvrir le côté qui doit être appliqué contre le mur, d'une couche de poix ou de goudron.

Il est plus facile de détruire la séve du bois qui a été coupé dans l'été, que de celui qui l'a été dans l'hiver. On fait bouillir dans l'eau, pendant deux ou trois heures, le hêtre qui est

destiné à faire des chaises ou d'autres ouvrages de tour; on extrait ainsi toute sa séve, et on obtient des pièces plus belles et plus durables.

L'orme est fort employé; il est doux, flexible et très-dur quand il est de bonne espèce; il ne se fend pas aisément, et retient les clous qui l'ont percé, mieux qu'aucun autre bois. On en fait des essieux, des arbres de roues de moulin, des quilles de vaisseaux, des tuyaux pour la conduite des eaux, des cercueils. On peut lui donner l'apparence de l'acajou, en lui faisant des veines et des taches avec l'eau forte, et frottant celle-ci avec une teinture de racine d'orcanette et d'aloès, dans l'esprit de vin.

Le châtaignier sauvage est presqu'aussi estimé que le chêne. Autrefois il était souvent employé dans les constructions; il est préférable à cette essence, son tissu est plus serré; et, quoiqu'il conserve sa séve, il est moins sujet à se détériorer. On le coupe à l'âge de dix-huit ou vingt mois, pour en faire des perches de houblonnière. Il convient mieux que l'orme pour les ouvrages intérieurs, mais il est fragile et ne peut servir à des poutres qui doivent supporter un certain poids ou des efforts; c'est peut-être la raison qui l'a fait abandonner dans les constructions. Il vaut mieux pour faire des tonneaux qui ne donnent ni goût ni couleur aux liquides qu'ils renferment. On en fait des meubles, et on lui donne la couleur

de l'acajou en le trempant dans une eau d'alun, puis le frottant successivement avec deux décoctions chaudes, l'une de bois de campêche et l'autre de bois de Brésil.

Le frêne est un bois très-utile qui possède la qualité remarquable d'être également bon, qu'il soit coupé jeune ou en pleine maturité. Il est dur, élastique, et susceptible de recevoir un beau poli. Il convient pour les constructions et divers autres usages quand il a séjourné dans l'eau. On en fait des instrumens aratoires, des manches d'outils, des rames, des axes, etc.

Le noyer convient parfaitement à la menuiserie; il était presque exclusivement employé à faire des meubles avant qu'on eût adopté l'acajou; l'armurier en fait des bois de fusil; le carrossier, des caisses de voitures, et l'ébéniste l'emploie à faire de la marqueterie, du placage, les racines et les loupes. Pour donner à ce bois une teinte plus agréable, on le frotte avec de l'huile de noix chaude, qui fait ressortir ses veines, et on le polit ensuite. Plus ce bois est vieux, mieux il vaut.

Le pin d'Écosse est employé à faire des mâts, des planches pour lambris, tables, boîtes et mille autres choses. C'est le plus résineux et le plus durable de toutes les espèces de sapin. Le sapin blanc est très-léger; il résiste à l'air pendant un temps considérable. On en fait de petites caisses, des instrumens de musique, etc.

Le sapin commun peut être beaucoup amélioré par trois ou quatre jours d'immersion dans l'eau salée, aussitôt qu'il a été abattu et en prenant le soin de le retourner souvent; mais ni ce moyen, ni aucun autre, ne l'empêche de se resserrer : effet qui a surtout lieu transversalement; il est si peu considérable sur la longueur de sa fibre, quand il a été coupé dans la saison convenable, qu'on s'en sert pour faire des tiges de pendule.

Le mélèze possède de précieuses qualités. Il n'est pas attaquable aux vers; on en fait des mâts, on en construit même des vaisseaux, les principales pièces des ponts de bois ; il peut supporter de plus grands poids que le chêne, et ne se pourrit pas sous l'eau. Les maisons construites avec des planches de mélèze ont une teinte blanche les deux ou trois premières années, après quoi elles deviennent noirâtres; la résine qui était renfermée dans les joints et les crevasses, rendue liquide par les rayons du soleil, se répand sur la surface du bois, et forme une espèce de vernis qui lui donne une apparence agréable ; il y en a qui compte plus de deux cents ans d'existence. Les tonneaux faits de ce bois durent long-temps, et conservent le goût du vin. Soumis à la carbonisation, il donne un charbon de bonne qualité, et en rend beaucoup.

Le cèdre commun (du Liban) est une espèce de pin ; ses qualités sont connues depuis long-temps ; il est tendre et doux au couper, ce qui le fait préférer pour la confection des crayons. Comme il n'est pas attaquable aux vers, il est recherché des ébénistes pour faire les séparations intérieures des nécessaires ; il est de plus presque incorruptible.

Les différentes sortes de peuplier remplacent souvent le sapin, avec lequel cet arbre a beaucoup d'analogie ; comme lui il ne craint pas les vers. Il sert à faire des lambris, des planchers, des tuyaux, des caisses, etc. Il n'est pas propre à faire des bois de lit, parce qu'il est facilement infecté des punaises. Il est peu combustible ; c'est pourquoi il convient pour couvrir les planchers des ateliers sur lesquels il tombe des corps embrasés.

L'aune diffère peu du peuplier pour ses qualités et ses usages. C'est avec ce bois qu'on fait la semelle de certaines chaussures pour le peuple ; il est propre à la confection des cerceaux. Les tourneurs l'emploie pour sebilles, gamelles, plats de toute manière.

Les plus blanches et les plus belles espèces d'érable servent à faire de la marqueterie. La légèreté de ce bois le fait choisir pour les instrumens de musique ; il se travaille bien sur le tour, et on en fait des coupes si fines qu'elles laissent

passer la lumière. Ces qualités appartiennent particulièrement à l'érable d'Angleterre, qui est aussi connu sous le nom de sycomore ou platane; celui qui croît dans une situation favorable est presqu'aussi beau, aussi dur et aussi blanc que le houx. L'érable d'Amérique est d'une légère couleur brune, très-tendre, et a quelque ressemblance avec le cerisier.

Le poirier est tendre, léger et compact, convenable pour les ouvrages du tour; noirci, il imite l'ébène; il sert à faire des cadres de tableaux et autres ouvrages. On l'emploie quelquefois dans la gravure; mais, sous ce rapport, il ne vaut pas le buis ni même le houx.

Le cerisier est doux, tendre, rougeâtre, d'un grain qui le rapproche de l'acajou dont on lui donne facilement l'aspect au moyen de la teinture. On l'emploie à faire des meubles, des fauteuils, des bois de lit, etc.

L'if était autrefois cultivé pour faire des arcs; mais, depuis qu'on ne se sert plus de cette arme, on l'a beaucoup négligé. Son bois est beau, doux comme les deux dernières espèces, parsemé de superbes veines avec des taches rouges, susceptible d'un beau poli, et presque incorruptible. Les tourneurs, les ébénistes, les graveurs l'emploient. On en fait des tables, des chaises, des coupes, des cuillers, des urnes, des ornemens, etc.; il convient pour les dents des roua-

ges : les graveurs ne s'en servent que pour les travaux grossiers.

De tous les bois durs le houx est le plus blanc; aussi l'emploie-t-on dans la marqueterie sous les plaques minces d'ivoire. Il est excellent pour faire des ouvrages sur le tour, et des dents de roues. Il fournit d'excellens manches d'outils, de fouets, des boules, des poulies, etc. Après le buis, c'est le meilleur bois pour graver; il est plus coriace, mais pas aussi dur.

Parmi les bois d'Europe, le buis est le seul qui ne surnage pas sur l'eau; son grain serré, sa dureté, le rendent très-propre à la gravure sur bois. Elle se fait suivant le fil, c'est-à-dire, que les fibres sont placées perpendiculairement; de cette manière la pièce est moins sujette à se déjeter. Aucune espèce de bois ne se tourne mieux que le buis; lorsqu'il est poli, il a une belle couleur jaune. On en fait des poulies, des navettes de tisserand, et presque tous les objets qui éprouvent beaucoup de frottement. On le substitue à l'ivoire, quand ce dernier est trop coûteux, ou qu'on ne peut l'avoir d'assez fortes dimensions. Il sert à faire des peignes, des moules de bouton, des manches de couteaux, et divers instrumens de mathématiques. Son amertume le préserve de la piqûre des vers.

L'ébène est un bois étranger très-dur et très-pesant; son grain est égal et serré, susceptible

de recevoir un très-beau poli, qui le fait employer dans la marqueterie. Il est de couleurs variées, mais plus ordinairement noir, brun, rouge et vert. Le noir est l'espèce la plus connue et la meilleure. Le plus beau est d'un noir de jais, sans veines, massif, d'un goût astringent, acide. L'ébène n'est plus aussi recherchée qu'elle l'était autrefois qu'on ne savait pas donner une couleur noire à d'autres bois durs, tels que le houx. On en fait des règles et autres instrumens de mathématique. Il nous vient de Madagascar et des Indes occidentales. L'arbre de ce dernier pays a rarement plus de dix-huit pieds de haut, et sa tige plus de cinq à six pouces de diamètre.

Le gaïac est un autre bois étranger, ferme, solide, très-résineux, d'une couleur jaunâtre dans le milieu, et d'un goût aromatique. Il croît dans les Indes occidentales et les plus chaudes parties de l'Amérique. Il est très-utile dans les arts, pour fabriquer les dents et les roues des moulins à sucre. Les ponts des vaisseaux sont presque toujours de ce bois. On en fait des boules, des mortiers, des manches d'outils et une infinité d'ustensiles; mais comme il est cher, dur à travailler, et peu remarquable par sa beauté, on ne s'en sert pas beaucoup pour meubles.

L'acajou est un des plus beaux bois qu'on im-

porte en Europe. Il s'élève jusqu'à cent pieds de haut; ses billes ont quelquefois trois, quatre pieds de diamètre, et quelquefois jusqu'à cinq. L'acajou varie beaucoup en qualité; le plus dur croît sur les rochers; c'est aussi le plus pesant, celui qui a le grain le plus serré et les plus belles veines. Le bois de la Jamaïque est préféré à celui de Cuba ou du continent espagnol, parce qu'il vient sur des éminences rocailleuses, tandis que le dernier, qui croît près des côtes, dans un terrain humide, est poreux et de couleur pâle. Dans les sols qui ne sont ni marécageux ni pierreux, ce bois est d'une qualité intermédiaire. Ainsi on peut fixer la valeur d'une pièce d'acajou, quand on connaît la nature du sol qui l'a produite. Le tronc du même arbre varie souvent en qualité; la plus belle portion est communément à la partie inférieure. Pour couper cet arbre, les nègres élèvent tout autour un échafaudage de quatre ou cinq pieds sur lequel ils montent pour le hacher, et où ils équarrissent le tronc; la partie laissée est non-seulement la plus grosse, mais elle est d'un grain plus serré, et possède des veines plus élégamment diversifiées. Pour avoir cette partie, il faudrait creuser autour à la profondeur de deux ou trois pieds, et la couper ensuite; mais cette opération est trop laborieuse pour être souvent entreprise. La remarque que nous venons de

faire, au sujet de la supériorité de l'acajou près de la terre, s'applique à tous les bois en général, et ne doit pas échapper à ceux qui désirent en avoir de choisis et bien veinés. La beauté admirable des belles espèces d'acajou, le poli dont il est susceptible, l'avantage de ne pas être attaqué par les vers, de ne pas se déjeter, l'ont fait adopter pour les meubles, avec d'autant plus de raison qu'il est plus abondant, et que ses larges dimensions se prêtent à toutes les formes. Comme il se déjette peu, on en fait des modèles pour faire exécuter en fonte de fer, surtout pour les rouages et autres pièces qui requièrent la plus grande exactitude; on se sert, pour ces ouvrages, des sortes d'acajou les plus communes.

La nomenclature des bois que nous venons de donner peut être augmentée de plusieurs espèces de nos pays, que l'on trouve rarement, ce qui en limite l'usage, et d'autres sortes de bois étrangers, comme ceux de teinture, qui ne sont presque jamais employés dans les arts mécaniques. Il est plus utile de fixer notre attention sur la saison de l'extraction et les propriétés du bois en général.

La bonté du bois ne dépend pas seulement du sol dans lequel il a crû, elle dépend encore de la saison où il a été coupé. A l'égard de ce dernier point, les opinions varient beaucoup ; quelques-uns sont d'avis qu'il faut couper dès

que le fruit est mûr; d'autres pensent qu'il faut le faire au printemps, et d'autres encore en automne. Cependant, comme la sève et l'humidité du bois sont la cause de son prompt dépérissement, il semble que le moment le plus favorable est depuis la chute des feuilles jusqu'à la naissance du bouton. La seule objection raisonnable qu'on puisse faire à cet égard est que, dans l'hiver la sève étant plus épaisse, son extraction doit être plus difficile que si l'arbre avait été coupé quand elle était plus abondante, mais plus fluide. En Angleterre la coupe des bois commence vers la fin d'avril, parce que l'écorce s'enlève plus facilement; et, lorsqu'il y a beaucoup de chênes à abattre, les réglemens exigent qu'elle soit faite dans ce temps pour l'avantage des tanneries.

L'âge auquel le bois doit être coupé est une matière de grande importance; s'il est trop jeune ou trop vieux, il n'est pas aussi durable que s'il est coupé à une autre époque. On dit que le chêne ne doit pas l'être avant soixante ans, ni après deux cents. Il semble d'abord aisé de prendre pour règle générale de faire couper, lorsque le bois a atteint le *maximum* de sa croissance, et avant qu'il ne la dépasse : mais, quand on cherche à déterminer cette époque, on ne trouve point de signes certains, et on est obligé de s'en rapporter au jugement et à l'expérience,

comme aux seuls guides qui se présentent en pareil cas. La différence du sol, de la situation, du climat, hâte ou retarde la croissance du bois, de manière que l'âge où une espèce particulière arrive à sa maturité, ne peut être exactement assigné. Marshall pense que les peupliers peuvent croître pendant trente à cinquante ans, et l'orme pendant cinquante à cent.

Les différentes méthodes de gouverner le bois, après qu'il a été abattu, ont aussi été l'objet de diverses opinions. Mais le praticien, qui se tient en garde contre des notions spéculatives, et qui demande un procédé non-seulement possible, mais praticable sur une grande échelle, ne trouve rien de mieux que de laisser le bois exposé, pendant un temps suffisant, à toutes les vicissitudes de l'atmosphère. Les pièces de sciage, de un ou deux pouces d'épaisseur, qui ont subi une exposition de douze à dix-huit mois, sont bonnes à employer. On observe que le desséchement du bois n'est pas la même chose que son exposition à l'air; il faut qu'il soit fréquemment mouillé par la pluie pour acquérir de la qualité, et se dépouiller de la séve. Quelques personnes pensent cependant que les planches doivent être déposées dans un endroit sec, à l'abri du vent et du soleil, ou au moins en partie, pour qu'elles puissent sécher également; on peut aussi les couvrir de fumier de



vache. Elles ne doivent pas être placées debout, mais couchées, l'une sur l'autre, séparées par de petits morceaux de bois, pour empêcher le contact qui entretiendrait une humidité préjudiciable. Ce mode, quoiqu'il exige plus de soins que le premier, est certainement plus raisonnable que celui qui est indiqué par quelques autres, d'enfouir le bois dans la terre.

Pour dessécher le bois en peu de temps, il faut le plonger dans un étang ou dans l'eau courante, afin d'extraire la séve, et le sécher ensuite au soleil et à l'air. Du bois de hêtre vert, tenu dans l'eau bouillante, devient très-promptement susceptible d'être employé. Ce procédé peut être utile aux tourneurs et aux ébénistes. Mais quel que soit le mode de desséchement qu'on adopte, on n'évite pas le rétrécissement; et si on construit des tonneaux avec du bois vert, surtout quand on leur donne de grandes dimensions, les cercles se desserrent; et les douves, n'ayant plus d'appui, se désassemblent. Pour obvier à ces inconvéniens, Smart a imaginé de construire des tonneaux sur un nouveau principe. Avant d'assembler les douves, il leur fait subir transversalement une pression qui diminue leur largeur à peu près autant que l'aurait fait le desséchement. Les vaisseaux confectionnés suivant ce principe ont parfaitement réussi.

On croit que les Vénitiens sont les premiers,

dans les temps modernes, qui ont adopté la méthode de sécher le bois en l'exposant sur un feu vif, dans lequel il était continuellement tourné, et où il restait jusqu'à ce qu'il fût complétement couvert d'une croûte charbonneuse. Par ce moyen, il devenait si dur qu'il se conservait dans la terre et dans l'eau pendant des siècles. Les poutres du théâtre d'Herculanum, qui furent converties en charbon par la lave qui engloutit cette cité, ont été trouvées, après plus de sept cents ans, en aussi bon état que si elles avaient été faites la veille. On recommande, par cette raison, de charbonner l'intérieur des tonneaux destinés à contenir de l'eau pour les voyages de long cours, afin qu'elle ne se putréfie pas. C'est aussi une bonne méthode que de charbonner le bout des pieux qui doivent être enfoncés en terre.

Quand les bois et les planches ont été convenablement séchés sans être charbonnés, il y a encore des soins à prendre pour les garantir des vers et de la détérioration que produisent l'air et l'humidité. Voici un procédé qui mérite d'être suivi. On met du soufre dans une cornue de verre, on le couvre de deux doigts d'acide nitrique, on distille à siccité, et on rectifie deux ou trois fois. Le soufre restant est alors exposé à l'air dans un vase de verre; il se liquéfie en une espèce d'huile avec laquelle on frotte le bois.

On assure que ce moyen non-seulement le préserve des attaques des vers; mais qu'il le garantit encore des maladies ou des influences de l'air et de l'eau. Deux ou trois couches d'huile de lin peuvent aussi l'en défendre. Il est utile de recouvrir de peinture les pièces de bois employées dans les constructions, mais il ne faut le faire que lorsque ce bois est bien sec.

Lorsqu'on emploie, pour faire des lambris, des bois qui ne le sont pas parfaitement, ils se crevassent et se fendent; il faut alors remplir ces interstices avec du suif de bœuf, de manière à ne pas laisser paraître les défauts. Quelques menuisiers masquent ces crevasses avec un mélange de graisse et de sciure de bois.

Les bois employés dans les constructions, qui n'ont pas été traités avec ces précautions, sont facilement détruits par la moisissure qui paraît, d'après les derniers rapports faits à la société des arts, être occasionée par une plante. Elle détruit des boiseries d'un demi-pouce d'épaisseur dans une année. Cette plante est rampante, et ne peut s'élever au-dessus de deux pouces. Pour s'en préserver, il faut charbonner le bois, le peindre, ou l'empêcher de toucher la terre en l'élevant sur des briques. Comme on n'a jamais observé que la moisissure commençât par le milieu d'un plancher, il serait peut-être suffisant d'employer les moyens préservatifs aux

extrémités; et l'eau de la mer, ou une solution de sel commun a souvent rempli ce but.

Les expériences qui ont été faites pour reconnaître la force et la qualité des bois, sous différents rapports, ont été entreprises dans des vues tout-à-fait opposées; mais comme notre plan n'est pas d'entrer dans des détails qui nous feraient sortir de notre sujet, nous allons indiquer celles qui ont obtenu l'assentiment général. La portion du bois près de l'écorce, appelée bois blanc ou aubier, est plus faible que le reste. Le côté du nord des bois qui croissent en Europe est le plus faible, celui du sud est le plus fort; cette différence est surtout remarquable dans les arbres qui ont été appuyés contre des murs en espaliers, et dans ceux qui croissent isolément. Le cœur du bois n'est jamais au centre, mais toujours plus du côté du nord, et la couche annuelle est plus mince de ce côté. D'après cette observation, l'opinion générale des charpentiers est que le bois le plus fort est celui dont ces couches annuelles sont les plus épaisses. Les trachées ou vaisseaux aériens sont plus petites que les fibres ligneuses; elles sont de même diamètre et de même nombre dans les arbres de la même espèce; elles font la séparation entre les anneaux ou les couches annuelles : ainsi, plus celles-ci sont épaisses, plus elles contiennent de fibres ligneuses, et plus le bois doit être

fort. Cependant c'est l'opinion contraire qui prévaut; on préfère le bois d'un grain fin, ou dont les anneaux annuels sont minces. Sa ténacité est plus grande quand il est vert, et diminue à mesure qu'il sèche. Personne, peut-être, n'a fait plus d'expériences à cet égard que Buffon; il a constamment trouvé que les bois les plus pesans étaient les plus forts, et il recommande cette circonstance comme un guide sûr dans les choix.

Banks pense qu'une pièce de bois est assez forte quand elle porte vingt fois le poids auquel elle doit résister, ou qu'elle plie avant de rompre. Le même auteur observe qu'une pièce de bois peut être plus forte qu'une autre, quoiqu'elle provienne non-seulement du même arbre, mais encore du même tronc; que, si cette pièce est prise d'une longueur donnée, et coupée en plusieurs morceaux d'égal volume, chacun de ceux-ci ne supportera pas les mêmes poids. Il a fait un grand nombre d'expériences sur la force des bois, et a trouvé que le plus mauvais cœur de chêne sec, d'un pouce carré et d'un pied de long, portait 660 liv., et ne se rompait qu'avec 200 liv. de plus. Le meilleur bois de même dimension cassa avec 964 liv. Le sapin de qualité inférieure porta 460 liv., et cassa avec 4 liv. de plus. La meilleure espèce porta 690, et cassa avec quelque chose de plus.

Les fibres du bois exigent de grands efforts pour être séparées dans leur direction verticale, tandis que transversalement elles se rompent avec facilité; ce fait, comparé à une corde qui porte un poids égal en toutes directions, ouvre un large champ aux expériences utiles. Tous les bois ont des cercles annuels, des couches corticales, qui varient beaucoup suivant le sol et l'exposition au soleil. Le côté nord-est des arbres (côté où le grain est beaucoup plus petit que de celui qui est exposé au soleil) est le plus fort pour les colonnes qui ont un poids considérable à supporter dans une direction verticale, parce que, les fibres étant plus près l'une de l'autre, la même surface en contient un plus grand nombre. L'autre partie de l'arbre ne doit pas être exposée à un effort transversal, parce que les fibres, étant plus espacées, se rompent plus facilement; cependant cette partie est plus élastique, qualité qui augmente un peu sa force, parce que la fibre qui se trouve du côté convexe ne peut rompre avant de toucher immédiatement la fibre inférieure, et cette contiguïté augmente la résistance. On a observé dans les bois de fortes dimensions, tels que les mâts, que la fracture est rarement sur le côté convexe de la pièce, mais plutôt sur le côté concave, parce que la fibre ne peut rompre aussitôt, en raison de la grandeur du segment de cercle

qu'elle décrit en faisant cet effort. La courbe tracée par les fibres intérieures du bois étant considérable et formant presque une ligne droite, elles ne peuvent produire un effort capable de casser les fibres supérieures; et comme le côté convexe, celui où les fibres sont tendues ne doit pas avoir de mortaise ou d'incision, sa force décroît à mesure qu'elle approche du centre.

Autrefois on fendait les troncs d'arbres avec des coins pour en faire des planches de diverses épaisseurs, à peu près comme on fait les lattes aujourd'hui. La scie, quoique si commode et si économique, n'a pas encore été capable de bannir entièrement cette méthode, qui est quelquefois utile lorsqu'on veut conserver au bois plus de force et d'élasticité. Le coin divise le bois suivant la direction de ses fibres qu'il laisse entières, au lieu que la scie, qui suit en ligne droite le trait qu'on a tracé, les divise, diminue la cohésion et la solidité; et, quoique le bois fendu soit facilement contourné et déjeté, ce défaut, qui peut être diminué, n'est pas toujours préjudiciable. Les fibres restant dans toute leur longueur, les planches minces particulièrement peuvent être mieux courbées. C'est un grand avantage dans la boissellerie pour faire des mesures, des cercles de tamis et autres choses semblables.

Il y a, entre les métaux et le bois qu'on emploie à faire des ressorts, une différence curieuse qui n'est pas assez connue et qui mérite de l'être. Un ressort métallique qu'on laisse vibrer après qu'il a exercé son action, se cassera ou ne fera plus d'effet dans un court espace de temps, si l'action est fréquemment répétée. Au contraire, il faut laisser vibrer un ressort de bois; il se casserait même si on arrêtait son mouvement; la meilleure espèce pour faire des ressorts est le sapin à grain serré, entièrement exempt de nœuds.

Pour mesurer les bois ronds, prenez la circonférence moyenne en pieds et décimales de pieds, faites-en le carré; multipliez celui-ci par le nombre 0,79577, et le produit par la longueur. Par exemple, supposez la circonférence moyenne du tronc d'un arbre de 10,3 pieds, et la longueur de 24. Vous aurez $10,3 \times 10,3 \times 0,079577 \times 24 = 202,615$, nombre de pieds cubiques dans l'arbre. Cela tient à ce que, lorsque la circonférence d'un cercle est I, l'aire est 0,0795774715, parce que les aires des cercles sont comme les carrés de leur circonférence. La méthode qu'emploient ordinairement les ouvriers, pour mesurer les bois ronds, diffère considérablement de celle-ci. Ils évaluent la circonférence ou le tour, et estiment que le quart équivaut au côté d'un carré dont l'aire

est égal à celle de la section de l'arbre, et multiplient ce produit par la longueur. Ainsi, en suivant leur manière, l'arbre que nous avons pris pour exemple n'aurait que 159 pieds cubes; car un quart de 10,3 est $2,575 \times 2,575 \times 24 = 159,135000$.

La coutume, pour mesurer les bois bruts ou carrés, est de prendre l'épaisseur dans le milieu, en plaçant deux règles contre les côtés de l'arbre, et mesurant la distance qu'elles ont entre elles; on mesure ensuite l'épaisseur des deux autres côtés; et, si les nombres sont inégaux, on les ajoute ensemble, et on en prend la moitié pour le vrai côté du carré.

Des moulins à scie.

Le sciage des bois se fait à bras d'hommes ou par des machines. Le premier moyen est si connu qu'il ne mérite pas la peine d'être décrit. Quant aux machines à scier, elles ne sont pas très-nombreuses, et ne présentent pas la même utilité qu'en Amérique, dans la Norwége ou autres contrées. Elles sont très-simples; la scie est élevée ou abaissée par un mouvement communiqué (ordinairement par l'eau) à une roue. La pièce de bois qui doit être débitée en planches avance par un mouvement uniforme qu'elle reçoit de chaque coup de scie; car ici

ce n'est pas l'instrument qui fait un mouvement progressif vers le bois, mais bien celui-ci qui est poussé vers la scie; ainsi, ces deux mouvemens dépendent l'un de l'autre et doivent coïncider. Lorsque le bois a cheminé toute sa longueur, la machine s'arrête, parce que, sans cela, la force motrice, n'ayant plus d'obstacles à surmonter, imprimerait à la roue une trop grande vitesse qui casserait quelque partie de la machine.

La scie circulaire, pour diviser des pièces de bois de peu d'épaisseur, n'est pas assez généralement employée. Nous allons donner la description de celle qui a été inventée par Smart, et qui est employée dans sa manufacture. AB fig. 2, pl. IV, est une table faite de fortes planches liées entre elles comme l'établi d'un menuisier. Dans le milieu de ce banc, une ouverture longitudinale *ro* admet la scie circulaire F, qui est d'acier trempé. G est une poulie sur le même axe que la scie, qui porte un cuir sans scie, qui lui donne un mouvement rapide qu'il reçoit d'un moteur quelconque, par une grande roue munie d'un volant. La scie est fixée sur son axe D, fig. 3, par un épaulement *d* contre lequel un autre se serre au moyen de l'écrou *k*. Le trou du centre de la scie ne doit pas être plus grand que l'axe, et, suivant sa forme, doit être carré ou rond; s'il est

rond, il faut y pratiquer une entaille qui se rencontre avec une autre pratiquée sur l'axe, et dans laquelle on passe une broche pour que le tout tourne ensemble. Les bouts de l'axe doivent être taillés en cônes, pour se tenir au centre. Celui qui est le plus près de la scie roule dans l'extrémité d'une pièce vissée dans le banc C, fig. 2; l'autre est reçu dans une vis semblable qui traverse la pièce de bois H, qui entre à mortaise dans les deux montans KK, et s'élève jusqu'au plancher. La pièce H peut être élevée ou abaissée dans ses mortaises par les coins *nn* sur son tenon et deux autres au-dessous. Une longue règle de bois LL, appelée guide, est mobile et attachée à la table par le même moyen que les règles parallèles. Elle peut être écartée ou rapprochée de la scie, et maintenue par des écrous, qui passent dans des entailles circulaires faites à la table. Le devant peut être perpendiculaire au plan que celle-ci décrit; et alors elle se trouve dans la même position relativement à celui de la scie. Pour se servir de cette machine, l'ouvrier fait glisser le bout du morceau de bois qui doit être coupé, contre la scie en mouvement, et il appuie à la fois sur les dents de la scie et sur la règle pour couper droit.

Quand les dents de la scie sont usées, on desserre la vis C, ou celle de la pièce H; on

enlève la scie avec son axe ; et, en desserrant l'écrou K, fig. 3, on la sépare pour en remettre une autre, ou limer celle-là comme on le fait aux scies ordinaires. On écarte les dents de la scie, l'une à droite et l'autre à gauche, alternativement, pour lui donner de la voie ; les dents ne doivent pas non plus être limées perpendiculairement au plan de la scie, mais inclinées suivant la direction qu'on leur donne quand on les établit. Par ce moyen, lorsque la scie est en mouvement, elle coupe des deux côtés, laisse dans le milieu une élévation angulaire qui la maintient en ligne droite, et l'empêche de se porter en dehors du trait, et d'être entraînée s'il y a un côté du bois plus dur que l'autre.

Des bois courbés.

Les pièces de bois courbes sont recherchées et payées très-cher ; elles sont même si rares, qu'on fait fréquemment usage de pièces imparfaites, non par motif d'économie, mais par nécessité. Les inégalités du bois courbe naturel sont quelquefois si considérables, qu'on ne peut pas les travailler ; au lieu que celui qui est courbé artificiellement peut être plié de manière à prendre la forme désirée, et exiger ensuite peu de travail pour s'achever. Les

observations suivantes présentent, sur la direction des bois, des principes qui ne sont pas assez connus.

Les arbres jeunes et tendres peuvent être courbés par des cordes, des perches ou des cadres. Il faut les tenir assez long-temps dans cette situation pour leur faire conserver cette courbe, quand ils sont abandonnés à eux-mêmes.

De toutes les méthodes de courber le bois, celle que nous venons de rapporter est la plus convenable : leur souplesse et leur élasticité permettent de leur donner toutes les formes. Il y en a peu qui avec des soins ne puissent prendre toutes les figures ; mais il faut convenir que cet état de contrainte et de malaise est préjudiciable à leur croissance.

Aussi est-il plus ordinaire de courber le bois après qu'il a été coupé, quoique la chose soit plus difficile, parce que l'on peut choisir le morceau convenable, et lui donner immédiatement la courbure nécessaire.

Le procédé qui est généralement employé est fondé sur la propriété qu'a le calorique d'augmenter l'élasticité du bois en le pénétrant, et de la diminuer quand il se dissipe.

Pour donner la courbure à des pièces de bois minces, telles que les planches dont on double les vaisseaux, on les chauffe du côté où



on veut déterminer la courbure, et on l'effectue graduellement pendant qu'elles sont chaudes.

Mais le calorique appliqué sur une partie du bois, tandis que l'autre est en contact avec l'air, chauffe inégalement, et n'augmente que partiellement l'élasticité; quelques parties sont flexibles, d'autres raides, ce qui produit des courbures inégales, et quelquefois des fentes à l'intérieur, et des éclats à la surface. Le seul moyen de corriger ces inégalités est de chauffer également dans tous les sens.

Des fours et des poêles, chauffés graduellement, peuvent faciliter la courbure du bois en lui communiquant une température uniforme; mais la chaleur sèche est d'une application dangereuse; elle peut faire déjeter les pièces. De plus l'élasticité du bois est non-seulement en raison de sa température, mais de son humidité. A la même température une pièce de bois recevra différens degrés d'élasticité, suivant la quantité d'eau dont elle se trouvera imprégnée et avec un égal degré d'humidité; elle deviendra plus élastique, si elle est chauffée davantage.

Nous avons un exemple de cette double influence de la chaleur et de l'humidité, lorsqu'on joint ensemble deux pièces de bois à tenon et mortaise, dans lesquelles la mortaise n'est qu'un tiers du volume de la pièce qui doit y

entrer. Cette manière de joindre, en apparence si extraordinaire, est considérée comme une invention importante, et même tenue secrète par ceux qui la pratiquent. C'est le procédé employé pour produire cet effet, qui a suggéré la nouvelle méthode de courber avec facilité les bois les plus épais et les plus rigides : tout l'art consiste à les imprégner d'une humidité qui leur procure une chaleur uniforme, pendant laquelle on les courbe; puis on les laisse refroidir dans la forme qu'on leur donne.

On emploie trois procédés différens pour chauffer et humecter le bois : le premier, par l'eau bouillante ; le second, par la vapeur ; le troisième, par le sable humide échauffé.

L'ébullition dans l'eau a l'inconvénient de dissoudre une partie de la substance du bois, et de le faire diminuer en épaisseur et en longueur. Lorsqu'il est séché, sa force et son élasticité sont beaucoup affaiblies. Dans la méthode à la vapeur, les pièces qui doivent être courbées sont introduites dans une caisse longue, formée de fortes planches jointes solidement ensemble, et placées sur des supports. Dans les petites caisses, la chaudière pour la production de la vapeur est disposée à une extrémité, et la porte par où on introduit le bois à l'autre ; mais dans les grandes, la chaudière est placée dans le milieu, et le bois in-

troduit par les deux extrémités. La chaudière à vapeur communique avec l'intérieur de la caisse par le moyen d'un tuyau. La vapeur formée par l'ébullition de l'eau imprègne le bois d'humidité, augmente son élasticité, et le rend plus facile à courber. Ces caisses à vapeur exigent peu de soins et de dépenses, mais on ne peut les employer pour les pièces d'une certaine épaisseur, parce qu'elles ne peuvent communiquer au bois une chaleur plus considérable que celle de l'eau bouillante, qui est insuffisante pour donner aux pièces épaisses l'élasticité nécessaire pour qu'elles se placent à la courbure.

Ces considérations conduisent à l'invention des appareils à sable. Ils consistent en quatre murailles de pierre ou de briques qui ont dans le milieu deux foyers, et communiquent avec plusieurs conduits circulaires pour transmettre le calorique, l'air chauffé et la fumée aux cheminées placées de chaque bout. Sur ces conduits sont des plaques de métal formant le fond de la caisse dans laquelle on met du sable. La flamme circule dans ces conduits, chauffe les plaques, qui communiquent la chaleur au sable. Ce four est une imitation du bain de sable qui a été employé, de tous temps, dans les opérations chimiques et dans les arts pour obtenir une chaleur égale.

Comme on peut chauffer le sable à une plus

haute température que celle de l'eau bouillante, le bois placé dans cette espèce d'étuve peut recevoir une chaleur considérable. Mais s'il n'y avait dans ce four que du sable et du bois, la chaleur dégagerait les substances gazeuses de ce dernier, et le convertirait en charbon; pour prévenir cet effet, on a placé une ou deux chaudières remplies d'eau vers le milieu de la caisse. La vapeur qui s'en élève empreint l'un d'humidité, pénètre dans les pores de l'autre la chaleur, évapore l'eau qui est continuellement remplacée; et les parties constituantes du bois restent intactes.

On pourrait supposer que dans cette opération il y en a eu quelques-unes d'évaporées, et que le bois a éprouvé un commencement de décomposition; mais, si on l'enlève dès qu'il est suffisamment chaud et humecté, on ne trouve pas qu'il y ait d'altération sensible.

Le fourneau est couvert dans toute sa longueur pour empêcher l'évaporation et la perte de la chaleur.

Le bois est introduit par les deux bouts, posé sur des supports, et couvert avec du sable.

Quand il est suffisamment chaud et humide, il peut être plié et décrire la courbe demandée: la force nécessaire pour produire cette courbure peut être obtenue par des cordes, des poulies, et même par le cabestan; la pièce,

après avoir été courbée, doit être laissée dans cet état, contenue par les forces qui ont agi sur elle, jusqu'à ce que le tout soit sec et refroidi.

Méthode avantageuse de convertir les troncs d'arbres en bois carrés.

La méthode que nous allons décrire, pour convertir tous les bois en bois carrés, est tirée de la patente de Smart, pour les mâts creux.

La fig. 4 est la section du bout d'un arbre de deux pieds de diamètre, scié diagonalement; la fig. 5 est l'autre bout, scié carrément, d'un pied de chaque côté; coupez-le exactement par le centre de deux traits qui se croisent *a b*, *d e*; cela produit quatre morceaux qu'on met ensemble, comme on le voit fig. 6 et 7, avec le centre tourné en dehors; le petit bout d'une pièce avec le gros bout de l'autre, sont chevillés et boulonnés ensemble, comme ils le sont fig. 8; on forme ainsi une poutre, dont on voit la section fig. 6 et 7, régulière d'un bout et de l'autre, qui possède l'avantage d'avoir le cœur de l'arbre au centre, lieu où la dureté et la force sont le plus nécessaire. Le même arbre équarri en une poutre parallèle aurait été beaucoup plus petit, et aurait eu son aubier exposé à l'air et à la moisissure. On observe que tous

les bois des vieux bâtimens se sont détériorés beaucoup plus tôt qu'ils n'auraient dû le faire, parce que la partie tendre se trouve à l'extérieur, qu'elle attire l'humidité qui la détruit, tandis que le cœur, surtout celui du chêne, est aussi sain et aussi dur que le premier jour.

Une poutre qui sert à supporter transversalement une charge, exerce sa force principalement sur ses surfaces inférieure et supérieure; on doit donc voir s'il reste de la séve dans le bois, parce que, si elle ne le détériore pas promptement, elle le rétrécit; tout se relâche, tout joue dans les assemblages, et le bâtiment ou la machine souffre. Il est donc essentiel d'enlever l'aubier en adoptant la méthode que nous venons de rapporter. La quantité de bois qu'on a en plus compense au-delà le travail que cette opération exige. Un chêne de 40 pieds de long, 2 pieds de diamètre à un bout, et 1 pied à l'autre, traité de cette manière, aura 18 pouces sur chacun de ses côtés, et représentera 90 pieds : par l'ancienne méthode, au contraire, cet arbre, coupé carrément, n'eût donné que 40 pieds; on en aura donc coupé 50 en pure perte. La dépense, pour réunir une pièce de bois, comme nous l'avons dit, peut être de 3 liv. sterling; mais les 50 pieds de bois utilisés en valent 6; le propriétaire gagne donc 3 liv. à ce travail. Les boulons on chevilles ne doivent pas passer à travers le bois,

ils l'affaibliraient. Dans une poutre de 18 pouces, il faut que les crampons n'entrent que de 3 pouces. Mais, si on doit faire une mortaise à la place du crampon, il faut le remplacer par un boulon qui prévient l'ouverture du joint par la pression du tenon. L'ouvrage entier doit être contenu avec des vis, car les clous et les secousses du marteau affaiblissent ou détruisent la cohésion des fibres à une profondeur considérable.

Des outils employés dans le travail du bois.

Nous ne parlerons pas des outils qui servent dans l'art du tourneur ; nous en ferons mention plus tard. Nous nous occuperons seulement de ceux qui sont nécessaires au charpentier, au menuisier, et à l'ébéniste. Ils diffèrent moins dans leur construction générale et leur nom que par leur volume, qui varie suivant la grosseur des pièces que l'on travaille et les ornemens qu'on y fait. Nous n'offrons pas l'énumération de ces outils dans l'espérance de présenter quelque chose de nouveau, mais pour avoir l'occasion de faire des remarques sur le meilleur moyen de s'en servir, sur leur choix et particulièrement sur leur forme, dont dépend la bonté.

Les principaux outils employés pour tra-

vailler le bois, sont la hache, l'herminette, des scies de différentes formes et grandeurs, le rabot, les ciseaux, les marteaux, les maillets, et les tarières.

La construction de la hache, de l'herminette, leur usage pour couper et tailler le bois, méritent peu d'observations. Il faut, en aiguisant ces outils, suivre une règle générale qui s'applique à tous ceux qui ont un taillant, adapter le tranchant à l'ouvrage auquel on veut le faire servir. Quand le bois est dur et noueux, il doit être court, c'est-à-dire qu'on doit laisser l'outil plus épais et plus fort vers l'extrémité aiguisée ; au contraire, pour les bois tendres, il doit présenter un angle très-aigu, c'est-à-dire, avoir le taillant plus mince. Un ouvrier se sert de sa hache pour couper des os, et s'imagine, en la voyant ébréchée, qu'elle est faite de mauvais acier, ou qu'elle est mal trempée ; il se trompe, c'est qu'elle était aiguisée sous un angle trop aigu, et bonne seulement pour couper du sapin : on fait souvent de pareilles méprises. La hache en question aurait très-bien servi, si elle avait eu son tranchant aussi obtus que celui d'un ciseau à couper le fer. L'herminette est un outil beaucoup plus mince et plus léger ; elle ne doit couper que d'un côté; le taillant doit faire un angle droit avec le manche et la lame, décrire une portion de cercle dont le rayon est quel-

quefois moindre que la longueur du manche. L'herminette est employée par les tonneliers, les charpentiers et les menuisiers; ils enlèvent avec cet instrument de très-minces copeaux, et produisent une surface plus unie qu'avec la hache, qui d'ailleurs ne peut pas être, comme elle, appliquée dans une position horizontale. La partie d'une hache, d'une herminette ou d'un autre outil, qui forme le taillant, s'appelle *biseau*.

Des scies.

Les scies sont faites de lames d'acier. Si elles sont très-élastiques, qu'elles se tendent bien également dans leur monture, on les regarde comme bien trempées. Les dents doivent être taillées dans le côté le plus épais de la lame, afin que le dos passe facilement dans l'ouverture qu'elles ont faites. On les forme avec une lime triangulaire, lorsque la lame est retenue entre deux morceaux de bois ou les mâchoires d'un étau. Après qu'elles sont limées, on les écarte alternativement à droite et à gauche de la ligne droite, pour qu'elles puissent produire, comme nous l'avons observé, une fente plus épaisse que le dos de la scie, et diminuer le frottement. Il faut faire attention, en limant, de laisser le côté extérieur des dents plus élevé que le côté intérieur, afin de les rendre plus coupantes. Nous avons

déjà fait cette observation en parlant de la scie circulaire, qui est taillée sur le même principe que la scie ordinaire, et par les mêmes raisons.

L'instrument qui sert ordinairement à courber les dents de la scie est un morceau de fer ou d'acier de 5 à 6 pouces de long, dont les entailles sont de différentes largeurs, et font un angle droit avec sa longueur. On place la dent qui doit être pliée, dans l'entaille du morceau de fer, qu'elle remplit exactement, et on fait agir l'instrument en l'abaissant des deux côtés, pendant qu'on tient fermement la lame. On laisse ces dents plus grandes lorsque le bois qu'elles doivent couper est tendre et peu cher; mais pour les bois précieux et durs on aurait trop de résistance et de perte. Il faut que la lame de la scie soit tenue exactement droite pour obtenir un trait régulier.

Dans les grandes villes il y a des hommes qui passent une partie de leur vie à scier le bois. Ils perdent autant de temps pour le porter, le mettre en place, et réparer leurs outils, qu'il leur en faut ordinairement pour le couper. Les dents de leurs scies sont très-aiguës et placées sous un angle de 60 degrés; elles sont recourbées sur elles-mêmes, de manière à faire une espèce de crochet dont la pointe est tournée vers le bas. Cette forme est avantageuse pour scier le bois en travers. Les scies sont pla-



cées dans la monture de manière que l'extrémité de leurs dents est plus avancée que celle du centre de leur base.

Les scies le plus communément employées sont la *scie à deux mains*, qui sert à débiter les gros bois ;

La *scie à refendre, à deux mains*, dont on se sert lorsque la scie à main ne peut pas parvenir jusqu'au point nécessaire ;

La *scie à main*, dont un homme seul fait usage. La longueur de la lame est d'environ 36 pouces, et a quatre dents par pouce. On s'en sert pour couper le bois longitudinalement et transversalement. Les dents de sa partie inférieure sont plus petites que celles de la supérieure, ce qui facilite le travail sur tous les points de sa course. L'ouvrier a besoin de dépenser moins de force, parce que l'ouverture du trait de scie est moins déchirée que si les dents étaient de même grandeur.

La lame de la *scie à panneau* a presque la même longueur que la scie à main, mais elle contient moitié plus de dents pour le même espace. On s'en sert pour couper des bois minces dans toute espèce de direction.

La scie à cadre est garnie de deux montans qu'on réunit avec une corde que l'on serre en la tordant avec un bâton ; celui-ci est retenu par une traverse qui sert d'axe aux montans,

de manière qu'en serrant les bouts supérieurs ; ceux d'en bas, qui portent la lame, s'écartent et la tendent.

La scie à tenon est employée pour couper le bois en travers ; elle tire son nom de l'usage auquel elle est consacrée. Les plus petites de ces scies ont environ 14 pouces de long, et les plus grandes 20. Les dents sont au nombre de 8 à 10 par pouce, selon la grandeur de la lame ; les plus fortes sont celles qui ont le moins de dents pour le même espace.

La scie avec laquelle on coupe les baguettes des fenêtres, est appelée *scie à croisée*. Sa lame a environ 11 pouces de long, et à peu près 14 dents par pouce.

La scie à queue d'aronde sert aux menuisiers et aux ébénistes à faire les queues d'aronde ; sa lame a environ 9 pouces de long et 15 dents par pouce. Les lames de scie à tenon, à fenêtre et de celle à queue d'aronde, sont quelquefois si fines qu'on est obligé de les enchâsser dans un morceau de fer ou de cuivre, qui les tiennent droites et tendues. Ce moyen est avantageux quand la lame ne doit pas couper le bois de toute sa largeur.

La scie à tourner est utile pour faire des traits circulaires. Sa forme est particulière. Les dents ne sont pas placées comme celles d'une scie qui doit être tenue en ligne droite ; elles

sont petites, au nombre d'environ 5 au pouce. La lame n'a qu'un pouce de large, et diminue graduellement d'environ un quart de pouce par chaque bout. Le côté des dents est épais, le dos très-mince, afin de pouvoir tourner. Les côtés de la scie doivent être exactement plats, ou un peu concaves, comme un rasoir.

Il y a encore une petite espèce de scie à tourner, qu'on appelle *scie à découper;* elle sert à faire des trous courbes profonds, comme des trous de clefs. Le manche est long, et semblable à celui d'un ciseau, percé dans toute sa longueur, afin que la scie, qui est fixée par une vis, puisse être maintenue à la distance que l'on désire. Ainsi, en coupant les plus petites courbes auxquelles elle peut être appliquée, ou au commencement d'un ouvrage, ou quand on n'a besoin de scier qu'à une petite profondeur, on n'en fait sortir du manche qu'une portion. On évite par ce moyen l'inconvénient d'une scie longue et élastique, qui ne souffrirait pas l'application d'une force considérable sans se rompre.

Des rabots.

Les rabots de différentes espèces forment une partie très-importante des outils de l'ouvrier sur bois. Nous allons, pour être plus intelligibles et plus concis en décrivant cette classe d'ou-

tils, donner une explication des termes techniques dont nous nous servirons. Le morceau de bois dans lequel la lame est fixée s'appelle le sabot, ou le rabot proprement dit; il est de hêtre, ou d'autre bois dur et sain. La lame ou ciseau porte le nom de fer; elle est composée de fer et d'acier soudés ensemble; le devant de sa moitié inférieure, quand elle est placée, contient l'acier; le dessous du rabot est dit *la sole;* la hauteur et l'épaisseur sont synonymes, elles indiquent la dimension de la sole à la surface supérieure. La poignée du rabot est appelée *la main*. L'ouverture dans laquelle le fer est placé et contenu par le coin, se nomme *lit;* c'est une surface plane faisant avec la sole un angle qui varie suivant l'usage auquel le rabot est destiné. Pour les rabots à blanchir et à adoucir, l'angle du lit est ordinairement de 42 à 45 degrés; pour ceux à moulures, d'environ 35. Dans ceux qui ne font que ratisser, il est presque droit, ne dépasse pas 5 à 6 degrés; le taillant du fer forme un angle aigu avec le côté de l'acier, de manière à se tenir de niveau avec la sole: en aiguisant le fer d'un rabot, la base doit être laissée aussi plate que possible, ou même un peu concave; l'instrument coupe mieux.

Les rabots ont en général trois pouces de haut, la varlope a quelquefois plus, et le rabot à finir un peu moins. Les fers de rabots sont

quelquefois doubles ; ils sont utiles pour raboter des bois noueux, coriaces. L'addition dont il s'agit consiste en une lame de la même largeur que le fer, et d'un taillant égal ; ce second fer appelé *fer de dessus* est joint par une vis, et fixé à un peu moins de la hauteur de l'autre : son taillant ne doit jamais être plus bas que la sole, et l'espace entre son tranchant et celui du fer détermine l'épaisseur du copeau. Il est nécessaire de réunir exactement ce second fer au premier, afin que le copeau ne passe pas entre les deux. Le double fer est souvent employé dans la varlope, le rabot long, le rabot à planer, mais presque jamais dans le rabot à polir ou à faire des moulures.

Si le fer d'un rabot descend trop bas, un coup de marteau sur le bout de derrière fait lâcher le coin, et élève le fer d'une petite quantité. Dans ce cas, le coin doit être assujetti de nouveau par un ou deux petits coups de marteau avant de s'en servir. Un coup sec sur le bout du rabot le fait élever suffisamment pour ôter le fer avec la main. Au lieu de frapper sur le derrière, quelques ouvriers frappent sur la surface supérieure, près le trou par où sortent les copeaux.

La demi-varlope des menuisiers a environ dix-sept pouces de long. Elle sert à enlever les plus grandes irrégularités du bois qu'ont laissées

la hache, l'herminette ou la scie ; c'est par conséquent le premier rabot à employer. Pour faciliter ce travail d'ébauche, le taillant du fer forme un arc très-convexe dans le milieu, et l'ouverture qui laisse passer les copeaux est plus large à la sole que dans les autres rabots. Le fer est souvent employé seul ; sa saillie peut être réglée par la texture du bois, en proportion de sa dureté ou des nœuds qui peuvent s'y trouver. Le degré convenable se reconnaît aisément à l'essai ; il doit être ajusté de manière à ne pas exiger qu'on presse fortement dessus, ni donner de grands coups qui déchirent le bois et fatiguent l'ouvrier. La convexité du biseau de fer empêche les coins d'entrer dans le bois, ce qui ne doit jamais arriver.

Lorsqu'une pièce de bois a été un peu unie par la demi-varlope, on prend la varlope pour lui donner un plus grand degré de régularité, et la mieux dresser. Elle a quatre à cinq pouces de plus que la demi-varlope ; son fer est plus large, moins saillant, a le taillant moins convexe ; il est double, comme dans les deux sortes de rabot suivantes. Ce rabot, pour enlever un copeau, est poussé dans toute la longueur du bois, tandis que les coups donnés avec la demi-varlope, n'ont que celle du bras.

Le troisième rabot dont on se sert pour rendre un morceau de bois bien plan, est le rabot

long ou double varlope; il a quatre ou cinq pouces de plus que la varlope; il est proportionnellement plus large: la projection et la convexité de son fer sont moindres.

Le robot à joints est le plus long de tous; son fer est très-aigu, et excède à peine l'épaisseur d'un cheveu; il est employé pour rendre les côtés d'une planche exactement droits, afin que le joint qu'elle formera avec la suivante soit à peine visible; il a environ 30 pouces de long.

Ce rabot, par ses dimensions extraordinaires, serait incommode sur des bois courts; on en a fait un moins long qu'on emploie pour raboter le bout des pièces en travers des filières. Dans celui-ci c'est le plan incliné formant le lit qui est le plus bas. Quand on s'en sert sur des bois tendres, l'angle est seulement augmenté de 2 ou 3 degrés; mais, dans les ouvrages d'ébénisterie, lorsque le bois est dur, il est de 55 à 60 degrés; sa longueur est de 11 à 12 pouces.

Le rabot à polir a environ 7 pouces de long, il n'a pas de poignée, et diffère par la forme de tous ceux qui ont été décrits. Les côtés du bois sont convexes, et l'ensemble de la figure dessine un cercueil. L'inclinaison du lit est la même que pour le rabot à joint, ainsi que la position du fer. C'est le dernier rabot employé pour préparer la surface du bois. Sa petitesse le rend propre à emporter les aspérités que les autres n'ont

pu atteindre, et sa position peut varier suivant le fil du bois. Pour en faire usage d'une manière efficace, il faut donner des coups petits et courts. La description que nous venons de présenter des outils propres à dresser et polir la surface des bois, doit suffire pour enlever les inégalités apparentes, et rendre le bois propre à faire des tables, des bureaux, des pupitres et autres meubles.

Le double fer d'un rabot est d'un bon usage sur les bois coriaces et noueux de qualités ordinaires; mais, si on n'avait pas d'autres moyens, on travaillerait difficilement les plus belles espèces d'acajou, le fustet et autres. Le rabot dont on fait usage dans ce cas est disposé pour gratter et ratisser. Le tranchant est couvert, dans la direction de sa longueur, de raies qui forment une série de dents comme dans une lime fine. Le lit du rabot n'est incliné que de 6 degrés; par conséquent, lorsque le fer est placé, il se trouve presque perpendiculaire. Il s'appelle *fer à dents*. Avec ce rabot, quelque dur que soit le bois, quelques nœuds qu'il présente, on peut le travailler comme s'il avait été frotté avec une peau de chien de mer. On se sert quelquefois, dans le même cas, d'un grattoir qui est composé d'une lame plate d'acier, dont le dos est retenu dans un morceau de bois qui lui sert de manche.

Pour former les surfaces concaves ou convexes de différens ouvrages, la sole du rabot doit décrire une courbe pareille à celle qu'on veut produire. Ces rabots sont, pour la forme et le volume, comme ceux à adoucir ; il n'y a que la sole qui a une autre figure, elle est convexe ou concave ; ces instrumens portent le nom de la courbe qu'ils décrivent.

Le rabot à feuillure est employé pour former sur le côté d'une planche un prisme rectangulaire, ou une rainure consistant en deux surfaces à angle droit ; on s'en sert quelquefois pour orner une corniche ou d'autres ouvrages. La rainure sert aussi à recevoir le prisme, ou une autre planche, pour les assembler et former une même surface ; c'est ce qu'on appelle *la languette*, elle entre juste dans la rainure. Les rabots à feuillures et languettes laissent sortir le copeau par le côté, et non par le dessus, comme cela a lieu pour les autres. Il y a de ces rabots qui sont munis d'une pièce qui règle la largeur horizontale ; d'autres en ont une placée au-dessus pour déterminer leur profondeur ; quelques-uns ont l'une et l'autre, et d'autres en sont privés. Les rabots qui ne sont pas garnis de cette pièce de défense ont leur fer de la largeur de la sole ; quelquefois ils ne sont coupans que sur le côté ; d'autres ne le sont que dans le fond ; ils servent à finir avec exacti-

tude et séparément les côtés de la languette ou de la feuillure.

Pour éviter la nécessité d'avoir des rabots à feuillures et languettes de différentes grandeurs, ce qui deviendrait embarrassant et coûteux, on fait un outil de cette espèce, qu'on appelle à *feuillures universelles*; les défenses sont mobiles, et il admet alternativement, selon la nature de l'ouvrage, dix ou douze fers de différentes grandeurs.

Les rabots à moulures ont une grande diversité de contours qui sont nécessaires pour produire les moulures. La figure du taillant doit correspondre exactement avec celle de la sole; en repassant ces fers, il faut avoir une grande attention de ne pas altérer leur forme. Le sole, ou au moins l'extrémité de la moulure, surtout si elle est étroite à sa base, doit être faite en buis, qui est plus dur, plus durable que les autres bois.

Des ciseaux.

Les grands ciseaux, dont se servent les charpentiers et autres, qui travaillent de fortes pièces de bois, sont généralement composés de fer et d'acier soudés ensemble. Celui-ci ne forme qu'une petite partie de la masse de métal, attendu qu'il s'élève rarement plus haut que la largeur de l'outil, et ne constitue pas plus d'un tiers

de l'épaisseur. Les petits et les moyens ciseaux de la meilleure qualité, sont d'acier fondu. Ceux qui sont destinés à recevoir une percussion plus ou moins forte, sont pourvus d'un collet, contre lequel le bout du manche vient s'appuyer, et empêcher qu'il ne soit fendu par les coups. Le biseau du taillant est sur un côté, et doit être parfaitement plat.

La gouge des menuisiers et des ébénistes est semblable à celle des tourneurs, quoiqu'elle ne soit pas toujours aiguisée de la même manière. Dans les petits ouvrages les premiers font le taillant droit, et non convexe comme les tourneurs; quelquefois on le rend concave, pour couper plus perpendiculairement.

Les ciseaux dont on se sert en frappant avec le maillet, ou en poussant avec la main, ont leurs côtés parallèles pendant une certaine longueur, et deviennent plus étroits vers l'épaulement.

Le ciseau à mortaise a une section rectangulaire qui approche du carré; comme son nom l'indique, on l'emploie à faire les mortaises; le biseau du taillant est sur un des côtés étroits. Cette forme le rend très-propre à résister non-seulement aux coups de maillet qu'il reçoit, mais à servir de levier pour enlever les morceaux de bois coupés dans la mortaise.

Le bout supérieur du manche des ciseaux

qui doivent être frappés par le maillet, aura une forme convexe, afin d'être moins sujet à se fendre, ou à se déformer par les coups.

Des tarières.

Le plus grand des outils dont on se sert pour percer le bois, est la tarière. Celle de construction ancienne ne peut agir à moins qu'on n'ait fait une petite excavation dans le bois avec une gouge, à la place où le trou doit être percé, et jusqu'à ce que la tarière soit arrivée à une certaine profondeur, le mouvement est irrégulier. La nouvelle construction, proposée par Phinéas Cooke, paraît posséder des avantages, puisque la société d'encouragement lui a décerné une récompense. Elle est appelée *tarière à spirale;* elle consiste en une barre rectangulaire d'acier, tournée en forme de tire-bouchon terminé par une vis, comme une vrille. La partie supérieure est aplatie à la façon des tarières ordinaires, pour recevoir le manche qui y est inséré à angle droit. La partie de l'écrou, terminant la spirale, présente un taillant, qui coupe le bois. Cette tarière n'est pas encore bien répandue, mais elle perce beaucoup plus exactement que les anciennes. Il n'est pas nécessaire de faire une entaille pour l'amorcer, ni de la sortir du trou pour vider les copeaux; elle convient cependant mieux pour percer les

bois tendres que les bois durs ; elle doit être faite de bon métal, et être bien trempée ; autrement elle perd sa forme, et s'émousse. La construction de cette tarière, dont on s'est bien trouvé à l'usage, la fera probablement adopter, parce que la vis de vrille qui termine la spirale s'enfonce dans le bois, pendant que l'ouvrier tourne en pressant dessus ; que par ce moyen elle entre précisément sur le point désiré, et se maintient dans une direction droite, avantage que ne présente pas l'ancienne, surtout au commencement. Immédiatement au-dessus de la vis est une espèce de cuiller conique, aiguë, pour trancher les côtés du trou, et creuser. Le bois coupé s'élève par l'action de la spirale en copeaux contournés ; au-dessus de la cuiller la tige peut avoir la forme qu'on désire, mais doit être assez forte pour résister aux efforts, et d'un diamètre un peu moindre que celui du trou. L'inconvénient des tarières à vis de vrille est de casser lorsqu'elles rencontrent dans le bois des nœuds ou des parties très-dures.

Ceux qui font usage de la tarière savent, par expérience, qu'ils ne peuvent jamais exercer entièrement leur force, à moins qu'on ne perce le trou perpendiculairement, parce qu'alors ils peuvent appuyer de tout le poids de leur corps. En perçant avec la tarière ordinaire,

le mouvement est irrégulier, peu assuré en commençant, ce qui fait écailler le bois, et rend le trou plus large en dehors qu'en dedans, surtout si la pièce est noueuse. Pour éviter ces inconvéniens, qui contrariaient les constructeurs de navires et d'autres ouvriers, la société d'encouragement a donné une somme de cinquante livres sterling à William Bailey, qui a imaginé une tarière qu'un homme peut manœuvrer dans toutes les directions. Avec l'ancienne le mouvement est nécessairement interrompu deux fois par révolution. Avec celle dont nous parlons, il continue avec une force et une vitesse égales, jusqu'à ce que le trou soit percé à la profondeur demandée. La description et la planche de cette machine se trouvent dans *Bailey's advancement of arts.* Nos limites ne nous permettent que de l'indiquer. Ceux qui voudront la faire exécuter pourront recourir à l'ouvrage qui la décrit dans ses moindres détails.

L'instrument employé à percer, dont nous devons maintenant nous occuper, est le vilebrequin, qu'on fait quelquefois en fer, mais plus ordinairement en bois, et garni de cuivre dans les parties qui doivent avoir de la force. Au-dessus de la pièce carrée, dans laquelle on met la mèche, avec laquelle on perce, est la poignée mobile, qui consiste en deux bras qui se projet-

tent horizontalement, et se réunissent par une tige perpendiculaire : la partie supérieure de cette poignée entre dans une boule très-aplatie, qu'on place sur la poitrine, où elle reste immobile pendant qu'on fait tourner le vilebrequin.

La mèche est la pièce d'acier, qu'on met dans le vilebrequin, elle peut s'ôter facilement, et se remplacer par d'autres de différentes grandeurs : le même instrument les admet toutes. Il y en a de différentes formes ; la mèche en gouge est la plus convenable pour percer de petits trous dans du bois tendre ; elle a à peu près la forme de la gouge du tourneur, mais elle est pointue, comme l'extrémité d'une cuiller ; le biseau du taillant est en dedans, et ses côtés sont coupans. La mèche à pivot a un petit point conique saillant dans le centre. Ce pivot entré d'abord l'empêche de dévier dans sa course, et permet de percer le trou droit avec une grande facilité. Il y a une autre mèche qui sert à élargir les trous, et qui diffère de la mèche en gouge, en ce que sa cuiller va en s'élargissant du bas en haut.

Pour élargir la partie supérieure des trous qui doivent recevoir la tête d'une vis, on emploie une mèche conique, dont un seul côté est coupant, quand elle ne sert que pour le bois. Les menuisiers et les ébénistes en ont pour le cuivre

qui sont munies de dix à douze dents sur la surface du cône; ils s'en servent quelquefois sur le bois, quand il est dur; ces dents agissent comme une lime.

La vrille est trop connue pour être décrite; mais, quant à la manière de s'en servir, il n'est peut-être pas inutile de rappeler, qu'elle doit, comme les autres outils à percer de la même conformation, être retirée du trou pour en ôter le bois coupé, aussi souvent que sa cuiller ou sa partie creuse est remplie; ce qui se fera plus ou moins souvent, non seulement en raison de la profondeur à laquelle elle a pénétré, mais encore de la dureté du bois. Ainsi en perçant des bois, comme le gaïac, qui empatent l'outil, il sera nécessaire de le retirer avant que la cuiller soit pleine. La tarière avertit, quand elle est remplie de copeaux, par la difficulté de la tourner; comme elle est solide, on ne craint pas de le forcer; mais les petites vrilles peuvent être tordues et cassées, avant qu'on ne sente la résistance, si on ne les retire pas souvent pour les vider. Les vrilles dont la pointe s'est cassée, ou dont l'arrête de la vis s'est émoussée, doivent être mises au rebut; elles emploient trop de temps, et donnent trop de mal, quand elles sont grandes, pour qu'on puisse s'en servir; on peut les raccommoder, non avec la meule qui ne rétablirait pas la vis, mais

avec la lime, qui, en quelques minutes, les remet en état.

La plus petite sorte d'outils à percer est un poinçon, qui sert à faire des trous pour cette espèce de petits clous minces, qu'on appelle *pointes de Paris*. Il est formé d'une tige d'acier cylindrique, son extrémité inférieure est aplatie, et a la forme d'un fer de lance; elle est un peu plus large que la tige, et amincie à l'extrémité conique pour former taillant. Il n'enlève pas le bois qu'il a coupé, et ne se tourne pas entièrement de suite; on le fait agir d'abord de droite et de gauche pendant un demi-tour, puis on le retourne pour exécuter le même mouvement de l'autre côté.

Du marteau, du maillet, de l'équerre, de l'équerre brisée, de la fausse équerre, du trousquin, de la règle.

Quoique les marteaux de diverses grandeurs soient indispensables pour travailler le bois, nous ne les décrirons pas; nous renverrons à ce que nous en avons déjà dit en parlant des métaux. La solidité avec laquelle la tête du marteau est attachée au manche mérite la plus sérieuse attention, la négligence à cet égard a souvent causé de graves accidens. Nous ne recommanderons pas pour cet effet la manière de retenir le marteau avec deux mor-

ceaux de fer, qui, attachés au manche, passent par l'œil du marteau, sur lequel ils forment un épaulement. Ce moyen offre, il est vrai, l'avantage de réunir solidement les deux pièces ensemble; mais les bandes de fer rendent le manche inflexible, et il est nécessaire qu'il ait de l'élasticité. Les meilleurs marteaux sont ceux dans lesquels le manche passe simplement à travers la tête, et est fixé avec des coins de bois. Si l'ouverture de l'œil est plus large à la partie extérieure que du côté du manche, on trempe les coins dans la colle forte avant de les insérer; la pression qu'ils exercent fait élargir le bois du manche, qui ne peut plus sortir. On a préalablement fendu d'un trait de scie le bout du manche pour y faire entrer le coin.

Le maillet est une sorte de marteau de bois; en conséquence il endommage moins les substances sur lesquelles on frappe; et, comme il présente une plus large surface pour un même poids, il convient pour agir sur le manche des ciseaux. Les maillets se font avec les bois les plus durs et les plus sains, tels que le frêne, le hêtre, l'orme. Ils sont un peu concaves du côté par où entre le manche, et convexes de l'autre; on ne donne cette forme que parce qu'elle est plus agréable. Le diamètre du côté convexe, mesuré à angle droit avec

le manche, est plus grand que celui du côté concave; par conséquent les extrémités avec lesquelles on frappe ne sont pas parallèles au manche, mais un peu inclinées par rapport à lui, et entre elles. De cette manière ils sont plus commodes, car on s'en sert généralement, de telle sorte que l'extrémité avec laquelle on frappe soit, nonobstant son obliquité à l'égard du manche, parallèle avec la surface frappée.

Les équerres sont ordinairement faites par les menuisiers, les ébénistes qui les emploient; elles sont en bois, mais toujours de beaucoup inférieures en durée et en justesse, à celles de métal; on en fait aussi partie en bois, partie en métal; nous allons nous en occuper. La lame est un morceau d'acier analogue à un ressort d'égale épaisseur, et à côtés parallèles entre eux. Le bois plus épais a rarement moins d'un demi-pouce pour les plus petites équerres, pour celles qui ont seulement trois ou quatre pouces de long, et dont la lame a environ une ligne d'épaisseur. Elle se place sur le bois, de manière à former un angle droit avec les côtés intérieurs et extérieurs. La mortaise, ou trait de scie, qui la reçoit est faite à un bout dans le milieu et tout-à-fait à travers sa largeur : elle doit être parallèle avec les bords du bois, mais pas assez profonde pour qu'on puisse y insérer toute la largeur de



la lame, attendu que la partie qui reste en dehors doit servir à recevoir le bord extérieur, quand le premier est usé; le bord intérieur du bois est recouvert d'une lame de cuivre. Le bois, par son épaisseur, forme de chaque côté de la lame un épaulement, sert de guide pour la tenir à angle droit, pendant qu'on tire une ligne du côté du bord extérieur. L'intérieur de l'équerre sert ordinairement à examiner l'écarrissage d'une pièce de bois, et non à tirer des lignes; dans ce cas les côtés de l'instrument ne sont pas tenus parallèles avec le bois, mais perpendiculaires à la pièce qu'on examine. Nous avons déjà signalé la manière de reconnaître la justesse d'une équerre servant au travail des métaux; elle suggérera le moyen de s'assurer de l'exactitude de celle-ci. Nous n'avons pas besoin du rebord; l'épaulement s'applique sur le côté rectangulaire du morceau de bois, et on tire une ligne droite sur la lame. On retourne l'équerre, on trace une nouvelle ligne; si celle-ci n'est pas parallèle avec l'autre, l'instrument n'est pas exact, et l'erreur peut être reconnue de la manière que nous avons indiquée.

L'équerre brisée consiste en une tringle de bois munie d'une lame comme l'équerre, mais avec cette différence que la lame est mobile et peut être ouverte pour former tous les angles; son joint est serré, afin qu'elle puisse rester au point

où elle est mise. Quoique les ouvriers en bois ne le pratiquent pas, il serait aisé d'adapter une vis à cette équerre, pour la fixer solidement à l'ouverture désirée; les tailleurs de pierre ont cette précaution.

La fausse équerre a sa lame fixée dans le bois, de manière à former ordinairement un angle de quarante-cinq degrés, qui est après l'angle droit celui dont on fait le plus usage dans la menuiserie. La fausse équerre est souvent employée lorsqu'il faut joindre deux pièces angulairement, comme une moulure, dont on ne veut pas interrompre la continuation, la corniche au coin d'une chambre, les angles du cadre d'un tableau, etc.

Le trousquin est un instrument consistant en une tige ordinairement de forme prismatique, avec une pointe d'acier près de l'extrémité de l'une de ses surfaces dans la direction de sa longueur, et s'élevant assez pour marquer sur le bois quand elle y est promenée. La tige passe à angle droit, à travers une mortaise, dans le milieu d'une pièce de bois d'épaisseur uniforme qu'on appelle *tête*, et qui doit avoir en épaisseur trois fois le diamètre de la tige. Elle peut être placée à toutes les distances de la pointe d'acier et arrêtée par un petit coin, passant à travers une mortaise faite sur un des côtés, et passant sur la tige; l'usage du trousquin est de tracer

des lignes parallèles à l'aire d'une pièce de bois, pour servir de guide à la scie, au rabot, au ciseau. En les traçant, il faut tenir le côté de la tête qui est vers la pointe, fermement pressé contre le bord du bois; autrement celle-ci pourrait se déranger de sa course lorsqu'elle rencontre des nœuds ou des irrégularités.

Le trousquin qui porte deux pointes sur le même côté, dont l'une (glissant dans une rainure ou une mortaise) peut être placée à une certaine distance de l'autre, est appelée trousquin à mortaise, et sert à les tracer avec leurs tenons.

Quoique la règle d'acier parfaitement droite soit à peine connue de la plupart des ouvriers qui travaillent le fer, celle de bois est assez familière à ceux qui façonnent le bois. On en fait ordinairement deux à la fois : on dresse d'abord les côtés, on prend chaque morceau d'égale épaisseur, on les place l'un contre l'autre et dans l'étau de l'établi. On égalise leurs bords supérieurs, autant qu'on peut, à vue simple. Si on n'a pas une bonne règle pour les vérifier quand elles sont à peu près droites, on place leur bord l'un sur l'autre. Si les surfaces coïncident, qu'il ne passe pas de lumière entre elles, c'est qu'elles sont droites; dans le cas contraire, on les ajuste encore.

Les jalons à niveler sont toujours employés

par paires, leur usage constitue un autre moyen de déterminer le niveau d'une surface donnée, et de la réduire plus ou moins sur quelques points, afin de la rendre plane. Les règles ne sont exactement droites que sur un côté; si elles l'étaient sur les deux, qu'elles formassent un rectangle exact, c'est-à-dire que leur largeur fût égale dans toute leur longueur, elles pourraient servir de jalons à niveler. Voici comment on s'en sert : on en place un à chaque bout de la surface à examiner. On dirige l'œil du bord supérieur du plus près au côté perpendiculaire du plus loin; s'il doit être élevé ou abaissé pour que l'extrémité du plus près intercepte la vue du côté perpendiculaire opposé à l'autre, et que les deux autres extrémités se présentent dans la même situation relative, les extrémités de la surface sont dans le même plan; mais si le plus près n'intercepte pas une portion égale de l'extrémité de chacune des autres, la partie qui est trop élevée doit être abaissée jusqu'à ce qu'elle se trouve de niveau. Il est toujours convenable d'examiner la surface en divers sens, mais surtout en travers, afin que l'œil puisse voir suivant la diagonale.

De la colle.

On prépare la colle forte en la faisant tremper pendant quelques heures dans l'eau froide;

elle se gonfle et devient plus facile à fondre. On la fait ensuite chauffer à une douce chaleur jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissoute, et d'une consistance convenable pour s'étendre aisément sur le bois avec un pinceau. On met ordinairement deux livres ou un litre d'eau pour une demi-livre de colle forte. Il ne faut pas employer pour la fondre une chaleur plus forte que celle qui est nécessaire pour faire bouillir l'eau, sans quoi elle brûlerait : aussi les menuisiers, pour éviter cet inconvénient, emploient le bain-marie. Ils la mettent dans un vase qui entre dans un autre plein d'eau ; c'est ce dernier qui, exposé au feu, communique par le moyen du liquide une chaleur suffisante à celui dans lequel on a placé la colle.

Les circonstances les plus favorables pour faire mieux adhérer deux pièces de bois sont les suivantes : que la colle soit entièrement fondue et chaude lorsqu'on l'emploie ; que le bois soit un peu chaud et parfaitement sec ; que la couche de colle que l'on interpose dans la jointure soit très-mince ; que les surfaces unies soient fortement pressées et tenues en cet état dans un lieu un peu échauffé, jusqu'à ce que la colle soit complétement sèche et dure. Comme dans le placage toutes ces précautions sont presque impossibles, il faut se borner aux plus essentielles, telles que la bonne chaleur de la colle et

la sécheresse du bois. Quand les surfaces à joindre, surtout celles qui ne peuvent pas être comprimées, ont été couvertes de colle, ce qui doit se faire avec beaucoup de vitesse, on les frotte long-temps l'une sur l'autre, pour les faire bien joindre.

Lorsque la colle a été fondue plusieurs fois, qu'elle est devenue brune et presque noire, elle perd de ses qualités. Nouvelle, elle a une légère couleur brune, tirant sur le rouge; tant que cette nuance subsiste, elle peut être considérée comme bonne et de service.

La colle nouvellement fondue est la plus convenable pour l'usage, mais celle qui a été fabriquée depuis long-temps est la meilleure. Si vous voulez essayer la bonté de la colle forte, trempez-en un morceau dans l'eau froide pendant trois ou quatre jours; si elle se gonfle beaucoup sans se fondre, et qu'exposée à l'air elle revienne, en peu de temps, à son premier état de sécheresse, elle est excellente. Sa solubilité dans l'eau froide est une preuve qu'elle manque de force.

Pour empêcher la colle forte d'être soluble dans l'eau, ce qui peut convenir à quelques ouvrages, il faut la fondre dans la plus petite quantité d'eau chaude possible, y ajouter par degré de l'huile de lin rendue siccative par la litharge. En faisant cette addition, il faut bien mêler

pour incorporer les substances l'une avec l'autre.

On fait une excellente colle qui résiste parfaitement à l'eau, en dissolvant la colle forte dans du lait écrémé.

En ajoutant à une solution ordinaire de colle forte dans l'eau, de la craie en poudre fine, on obtient un mélange qui convient aux objets qui doivent supporter les injures du temps.

Une autre préparation de colle, pour résister au feu et à l'eau, consiste en un mélange d'une poignée de chaux vive en poudre, avec 4 onces d'huile de lin : on fait bouillir et on étend en couches minces qu'on laisse sécher à l'ombre; cette préparation deviendra extrêmement dure, et pourra être dissoute sur le feu quand on voudra en faire usage.

Il existe plusieurs colles, telles que celle de poisson, qui par plusieurs raisons ne sont pas employées par les menuisiers et les ébénistes; nous en parlerons particulièrement à l'article *cimens*.

Des mortaises et des tenons.

Les proportions que les mortaises et les tenons doivent avoir relativement au bois en différentes circonstances, n'ont jamais été démontrées par des expériences directes. C'est à la pratique seule que sont dues les règles qu'on suit

à cet égard. En général, le tenon a le tiers de l'épaisseur du bois; mais quand il se lie horizontalement avec la mortaise, et que la jointure n'a pas d'autre point d'appui, il ne doit avoir que le cinquième de l'épaisseur du bois; autrement le poids qu'il supporterait sur la surface supérieure ferait éclater la mortaise, tandis qu'il resterait entier.

En joignant deux morceaux de bois, le tenon ne doit pas traverser entièrement celui qui contient la mortaise; mais être réduit d'un tiers ou au moins d'un quart de sa largeur. Dans l'un et l'autre cas, la mortaise est encore si près du bout de la pièce dans laquelle elle est faite, qu'elle fendrait facilement en y introduisant le tenon. Pour prévenir cet accident, on est dans l'usage de laisser le bout dans lequel on la fait, plus long qu'il ne faut, et on coupe ce qui excède lorsque le tenon est entré.

Les proportions dont nous venons de parler ne s'appliquent qu'aux pièces d'égale force; il faut les varier si l'une est plus faible ou plus forte que l'autre.

En faisant des mortaises profondes, surtout dans les bois durs, on est dans l'habitude, pour abréger le travail, de les commencer en perçant nombre de trous près l'un de l'autre; ensuite on enlève facilement avec un ciseau les compartimens qui sont restés entre eux.

Dans les ouvrages soignés, avant d'employer la scie à faire l'épaulement du tenon, on unit la surface avec un ciseau à parer : la scie alors déchire moins le bois, et le trait se dessine mieux.

Lorsque la mortaise doit traverser le bois, on la commence des deux côtés avec la plus grande précision. Quand on a coupé la première moitié, on retourne la pièce pour en faire autant de l'autre. De cette manière, si le ciseau a un peu dévié de sa direction, cela est de peu de conséquence, attendu que les irrégularités se trouvent dans le milieu. Les côtés doivent être aussi droits que possible, pour entrer parfaitement en contact avec ceux du tenon.

Les côtés d'une mortaise qui traverse entièrement le bois doivent être un peu inclinés en dehors dans le sens de la longueur, afin que, lorsque le tenon y est inséré, on puisse lui faire prendre de l'expansion au moyen de coins.

Nous ne pouvons clore ces détails des opérations préliminaires par lesquelles les métaux et les bois sont préparés pour les opérations mécaniques, sans offrir quelques conseils aux jeunes artistes qui désirent se rendre habiles dans quelque branche d'industrie, et réclamer l'attention de l'amateur qui étudie les opérations mécaniques, par amour de la science, et dans l'espérance d'acquérir de la célébrité en faisant

des découvertes ou des améliorations. Qu'il ne se décourage pas par le non-succès de ses premières tentatives ; au lieu de perdre son temps en regrets inutiles, qu'il réfléchisse sur les moyens qu'il aurait dû employer, afin de répéter promptement ses expériences avec plus de précautions. On pense mal à propos que la dextérité manuelle dépend tout-à-fait d'une longue pratique ; la patience, la persévérance et une attention soutenue, sont ce qui est le plus utile ; on obtient de nouvelles lumières ; on se dirige d'après les conseils de gens instruits, et on se perfectionne par sa propre expérience. Mais ceux qui laisseront éteindre cet ardent amour des découvertes, dans l'espérance qu'une longue pratique les rendra suffisamment habiles, regretteront leur illusion, et ne pourront recouvrer le temps perdu, lorsqu'une langueur habituelle, ou d'autres incommodités, auront rendu leur esprit paresseux à observer, et leur main inhabile à exécuter.

Ceux qui veulent se livrer à cette science, et faire des progrès dans les arts mécaniques doivent se former une méthode pour arriver graduellement à des recherches d'un ordre plus élevé ; ils acquerront, en s'amusant, l'adresse de la main, et la facilité d'inventer des moyens de suppléer à ceux qui leur manquent ; l'habitude d'un arrangement méthodique les guidera

dans le sentier des expériences ; et, leur attention se trouvant stimulée, ils seront plus disposés à étudier les principes fondamentaux de cette science.

Les jeunes artistes, auxquels nous nous adressons se persuadent que, pour faire des progrès dans les arts mécaniques, et se distinguer par l'adresse et la promptitude de l'exécution, il faut être doué d'une forte dose de patience et d'assiduité. Il n'en est pas ainsi : l'habileté est le fruit de la persévérance, la sagacité se développe avec le temps, la tête conçoit mieux, la main exécute avec plus d'habileté, et on jouit de ses succès.

On ne fait pas assez attention à l'importance des améliorations que l'on peut apporter dans les travaux mécaniques. Nous devons insister pour graver cette vérité dans l'esprit de nos lecteurs. Si deux ouvriers ont chacun quinze mille mouvemens à faire en dix heures, celui qui aura exécuté chaque mouvement une demi-seconde plus vite que l'autre, terminera son travail deux heures plus tôt. Deux heures de temps de reste peuvent être employées avec le plus grand avantage ; mais cette économie de temps ne viendra-t-elle pas augmenter la fatigue ? La quantité de travail n'est pas toujours la mesure de la lassitude qu'il occasione. Le sentiment qui nous anime, lorsque

nous accomplissons une tâche, exerce une puissante influence. La langueur de l'esprit épuise prématurément le corps, et la fatigue est souvent hors de proportion avec la force du corps. Le contentement entre pour beaucoup dans ces considérations; ainsi, nous devons chérir ceux qui, en nous inspirant de la joie dans nos travaux, nous conduisent plus sûrement à nos intérêts. Quel charme ne trouve-t-on pas à améliorer la condition de l'ouvrier! L'amateur sera bien récompensé si sa découverte est couronnée d'un succès tel, qu'il puisse être considéré comme le bienfaiteur de l'humanité.

DES CONSTRUCTIONS.

De la briqueterie.

La briqueterie est l'art de faire les briques et de les employer dans la bâtisse.

Des briques.

Avant d'entrer dans les détails de l'art de bâtir, nous allons donner la description des moyens qu'on emploie pour confectionner les différentes sortes de briques. Celles que nous fesons sont de beaucoup inférieures, pour la force et la durée, à celles qu'on fabriquait autrefois. Il paraît que non-seulement les anciens choisissaient les meilleures sortes d'argile, mais qu'ils les combinaient avec d'autres ingrédiens, qui les rendaient plus solides et plus durables. Pendant son dernier voyage dans les provinces méridionales de la Russie, Pallas a découvert, dans les monumens des Tartares, des briques qui cédaient à peine aux coups du marteau. Une autre circonstance qui contribuait essentiellement à la bonté des briques et des tuiles, fabriquées par les anciens, c'est qu'ils les cuisaient d'une manière uniforme, après les avoir conve-

nablement séchées. Si nos fabriques tiraient l'argile dans la saison convenable, qu'on la laissât plus long temps à l'air, qu'on la pétrît, la cuisît mieux, et d'une manière plus égale, qu'on fît les briques plus minces, il n'est pas douteux que nous les obtiendrions aussi bonnes que les faisaient les anciens. Mais nous en convenons, il est difficile d'arriver à une meilleure fabrication, l'état actuel des choses n'est pas favorable à une innovation de ce genre. La promptitude avec laquelle on doit fournir des briques et le bon marché auquel il faut les vendre, ne le permettent pas. Les constructeurs qui spéculent s'intéressent peu à la valeur réelle, et à la durée de l'édifice; pourvu qu'ils trouvent un bénéfice suffisant dans le bas prix des matériaux, ils ne s'inquiètent pas du reste.

On ne peut faire de bonnes briques avec une terre qui ne contient pas de sable; mais, quand elle en renferme trop, elle donne un produit friable; lorsqu'elle est d'une nature argileuse trop grasse, elle se fendille en séchant. Ce sont les particules de fer disséminées dans la terre qui font prendre aux briques cette couleur rouge qu'elles acquièrent par la cuisson. En Angleterre, on les fait généralement d'une terre argileuse, grasse, mêlée de jaune et quelquefois de rouge. Les argiles de Stourbridge et de Windsor sont regardées comme les meilleures; les briques

qui en proviennent peuvent supporter un très-haut degré de chaleur sans se fondre. Les terres ne doivent pas contenir trop de matières calcaires, ni de substances ferrugineuses; les premières rendent les briques vitrifiables, les empêchent de durcir par la cuisson, et les font déliter quand on les expose à l'air, tandis que les autres s'opposent à ce qu'elles prennent la consistance convenable; on peut atténuer cet inconvénient en exposant les matières pendant un temps considérable à l'influence de l'atmosphère, en les faisant tremper dans des fosses, et les pétrissant bien. L'argile commune des potiers, avec laquelle on fait aussi des briques, est opaque, légèrement colorée, jaune, bleue ou verte, et fréquemment sillonnée de veines grisâtres; pétrie elle devient douce et lustrée; elle est molle, grasse et douce au toucher, elle adhère legèrement à la langue; elle a une cassure terreuse, et prend facilement toutes les formes. Son poids influe peu sur sa qualité; l'analyse chimique a prouvé que la meilleure est composée de trente-sept parties d'argile, ou de terre argileuse, et soixante-trois de silice, ou de terre sablonneuse.

Après qu'on a choisi la terre, il faut la tirer. C'est ordinairement dans l'été, entre le commencement de juillet et la fin d'octobre, avant les premiers froids, qu'on fait cette opération. On retourne souvent la masse pendant l'hiver,

et on la met sous forme de brique au printemps. Si on la laissait exposée à l'air pendant deux ou trois ans, elle se bonifierait et donnerait de meilleurs résultats. Dans tous les cas, plus elle est retournée et pétrie avec soin, meilleures sont les briques qu'elle forme.

Avant de la mettre tremper dans les fosses, on la casse en morceaux aussi petits que possible, et on l'abandonne à elle-même au moins dix jours. On la divise par couches d'un pied d'épaisseur, et on la recouvre d'eau afin qu'elle mouille uniformément. Il faut au moins deux fosses dans chaque fabrique, afin que l'ouvrage n'éprouve pas d'interruption. On débarrasse la terre, autant que possible, de pierres et autres matières étrangères, et on la laisse mûrir et fermenter un temps suffisant ; autrement elle ne se tremperait qu'avec difficulté. Pour bien la pétrir, il faudrait employer au moins le double de temps qu'on y consacre en général. La bonté de la brique dépend principalement du soin qu'on a apporté à sa première préparation ; car, par elle-même, la terre possède peu de ténacité, mais une longue exposition a l'air et à la gelée ; un travail bien entendu incorpore toutes ses parties, et la convertit en une substance molle qui peut se mouler.

On mêle ordinairement, dans le voisinage de Londres, des cendres de charbon de terre, et,

dans d'autres contrées, des terres légèrement sablonneuses avec l'argile, qui, par cette addition, se travaille plus aisément et plus vite. Elle exige moins de combustible pour la cuisson; mais si, d'un côté, on a quelques avantages sur les dépenses, de l'autre on les perd sur la qualité. Il ne faut pas employer trop d'eau pour tremper la terre, les briques se fendraient en séchant, et seraient cassantes. Une brique bien faite exige autant de terre qu'une brique et demie façonnée, à la manière ordinaire, avec une terre trop mouillée, qui se crevasse, devient spongieuse et légère. Comme celles qui sont faites avec soin sont plus compactes que les autres, elles exigent plus de temps pour être séchées; il ne faut pas les cuire avant qu'elles rendent un son creux par le choc. Mises au feu dans cet état, elles ne se cassent ni ne se déforment.

Lorsqu'on cuit à la fois six ou dix mille briques, le feu doit durer au moins vingt-quatre heures, et le double pour douze à quinze mille. L'augmentation uniforme de la chaleur exige des attentions particulières; sa durée doit être réglée suivant la saison; dans les temps froids le feu a plus d'activité. Il doit, pendant les dernières vingt-quatre heures, être entretenu de manière à donner de la flamme sans interruption; mais il ne faut pas le concentrer ensuite

subitement ; on serait en danger de fondre des briques.

Les expériences de Gallon, pour reconnaître la qualité des briques, méritent d'être connues. Il prit une certaine quantité de terre préparée ; il l'humecta pendant sept heures, la battit pendant une demi-heure. Il répéta l'opération, le lendemain matin, pendant le même temps, la pétrit encore un quart d'heure dans l'après-dînée : ainsi elle avait été non-seulement pétrie pendant une heure un quart de plus, mais à trois différentes reprises ; sa densité était donc augmentée ; car une brique faite avec cette terre pesait 5 livres 11 onces, tandis qu'une autre faite dans le même moule avec la terre qui n'avait pas reçu cette seconde préparation, ne pesait que 5 livres 7 onces. Elles furent l'une et l'autre séchées à l'air pendant treize jours, et cuites comme à l'ordinaire ; lorsqu'elles furent retirées du four, on trouva que celle qui avait été le plus pétrie pesait encore 4 onces de plus que l'autre ; chacune en ayant perdu 5 par l'évaporation. Elles différaient beaucoup en force. On les plaça sur un appui aigu, où elles posaient par le centre, et on chargea les deux bouts : celle qui avait été le mieux travaillée ne se rompit que sous un poids de 65 livres de chaque côté, en tout 130 livres ; tandis que l'autre cassa avec 35 livres de chaque bout ou

70 livres. On ne doit pas être surpris de ce qu'un travail bien entendu pour la préparation des terres améliore la brique, quoique cette amélioration soit fort remarquable; il est un autre mode de donner de la force à ces pierres artificielles, qui est plus extraordinaire encore, et dont il n'est pas aisé de se rendre compte; c'est que, comme l'observe Goldham, les briques qui sont trempées dans l'eau, étant recuites une seconde fois, acquièrent une force double. Je ne sache pas que cette observation, qui est répétée à sous commentaire par tous les écrivains qui ont traité ce sujet, ait été vérifiée par la pratique; mais elle mérite attention par le nombre et l'autorité des écrivains qui l'ont répandue.

Quand la terre est suffisamment préparée, elle est jetée sur le banc du mouleur; celui-ci en emplit un moule, qu'il a préalablement frotté de sable sec dont il a un amas auprès de lui; il enlève la terre superflue qui se trouve au-dessus du moule, avec une espèce de règle qu'il plonge dans l'eau avant de s'en servir. En sortant de ses mains, les briques sont rangées sur la terre à une petite distance les unes des autres. On en dispose plusieurs rangées, on fait poser la supérieure sur deux inférieures, et on les saupoudre de sable pour empêcher qu'elles n'adhèrent entre elles. Aussitôt qu'elles ont acquis assez de fermeté pour être maniées, on

les dresse avec un couteau, on les retourne et on les replace de la même manière ; mais on les espace davantage. Six ouvriers peuvent en faire 20 mille dans une semaine. Le temps nécessaire pour sécher varie naturellement avec la saison. Si elle est favorable, quatorze ou quinze jours sont suffisans. Elles sont ordinairement protégées contre les pluies par quelque toiture peu coûteuse, comme de la paille, de vieilles planches légères, etc. Lorsque les travaux n'ont pas une grande extension, on élève souvent des appentis.

Quand les briques ont été suffisamment séchées à l'air, on les cuit, soit dans un four, soit en plein air. Les fours sont ordinairement d'une capacité suffisante pour contenir 20 mille briques ; ils ont environ 13 pieds de long, 10 de large et 12 de haut. L'ouverture est diminuée par la contraction des murailles, vers le sommet, dont l'aire est d'environ un dixième plus petite que celle de la base. L'épaisseur des murailles est au moins d'une brique et demie. Les briques exigent moins de combustible pour être cuites dans un four ; elles le sont plus uniformément et plus vite qu'en tas. Quand elles ont été arrangées dans le four, on les couvre avec des morceaux de briques ou de tuiles, et on commence un petit feu pour les sécher pendant deux ou trois jours, ou jusqu'à ce que la fumée

devienne légère. Ensuite on ajoute du combustible, et on ferme la bouche ou les bouches du four avec des briques et de l'argile détrempées. Dès que les arches paraissent blanches, que la flamme commence à sortir par le haut, on laisse tomber le feu pendant une heure, après quoi on le ranime. On continue ainsi alternativement jusqu'à ce que les briques soient entièrement cuites, ce qui arrive en quarante-huit heures.

Les tas, en plein air, sont bâtis avec les briques elles-mêmes. La fondation est communément un peu élevée au-dessus du sol; la forme est oblongue, à côtés rentrans; elle dessine la figure d'une pyramide tronquée. Le foyer, qui a environ en largeur la longueur d'une brique, traverse la masse; on lui donne à peu près 6 pieds quand on veut presser la combustion. Dans le cas contraire, on lui en donne 9 : la voûte se fait successivement de lits de briques qui dépassent un peu le bord des rangées inférieures, et finissent par se rencontrer. On termine par un rang qui sert de clef. Elles sont séparées, l'une de l'autre, dans toutes les directions, par un lit de charbon de terre et de fraisil, dont on facilite l'inflammation en allumant du feu dans le foyer. Si la combustion va trop fort, ou si le temps contrarie, on couvre le dehors de la masse avec de l'argile, et on ferme les ouvertures.

On répand à la partie supérieure du tas une couche épaisse et uniforme de fraisil. Quand tout le combustible est consumé, les briques sont suffisamment cuites. Cette opération demande vingt à trente jours, selon la qualité du combustible, la proximité des foyers, et l'état du temps.

Un acre de terre, y compris les cendres qu'on fait entrer dans le mélange, produit environ un million de briques par chaque pied de profondeur. Les communes ont 10 pouces de long et 3 de large, les fines 9 pouces de long, 4 et demi de large, et deux et demi d'épais. Des qualités différentes de terre produisent, avec le même moule, des briques de différentes dimensions; et la même terre, suivant qu'elle est plus ou moins bien préparée, plus ou moins cuite, en donne de diverses grandeurs.

Il est extrêmement probable que les briques bien faites sont supérieures en durée à presque toutes les espèces de pierres. En Hollande, les rues de quelques villes sont pavées avec une espèce de brique très-dure, qu'on importe souvent en Angleterre pour paver les écuries et les basses-cours. Les maisons à Amsterdam ont souvent plus de deux cents ans, et elles paraissent en aussi bon état que si elles étaient neuves.

De nombreuses patentes ont été délivrées pour faire des briques; mais ceux qui les ont

obtenues paraissent avoir eu pour objet des améliorations dans la forme plutôt que dans les matériaux dont elles sont composées. Cartwrigt est peut-être celui qui a fait le plus. Il a rendu les briques susceptibles de s'accrocher l'une à l'autre. On peut concevoir cette disposition en supposant que les deux côtés opposés d'une brique commune aient une rainure ou entaille au milieu, d'un peu plus de la moitié de la largeur du côté de la brique : il y a en outre, de chaque côté de la rainure, un épaulement ou partie saillante presque égale à un quart de cette même largeur, ou à la moitié de la rainure. Un lit de ces briques, étant placé épaulement à épaulement, forme une ligne dentelée de divisions presque égales ; les entailles sont un peu plus larges que les deux épaulemens qui doivent y entrer, pour admettre le mortier destiné à les lier ensemble. Quand on pose le second rang, les épaulemens des briques dont il se compose entrent dans les rainures de celles du premier, et les épaulemens du premier dans les rainures du second, et ainsi de suite. Cette configuration mérite d'être conservée attendu qu'elle est simple. Cependant il peut être convenable, pour les angles, d'avoir des briques de formes et grandeurs qui correspondent avec chaque muraille ; cela n'est pas néanmoins absolument nécessaire,

puisque les entailles dans les briques de chacune d'elles étant susceptibles d'être nivelées, elles peuvent se croiser comme les briques communes. Pour croiser les joints dans la profondeur du mur, il faut des briques de différentes longueurs, quoique de même largeur. Les bâtimens construits avec des briques faites sur ce principe n'ont besoin ni de lien de bois, ni de lien universel ; les murailles ne peuvent bouger ni se fendre sans casser les briques elles-mêmes. Quand on emploie celles-ci à la construction des voûtes, les entailles et les épaulemens doivent faire le rayon du cercle dont l'arche est le segment. En formant une arche, les briques peuvent être chassées vers le centre sur lequel la voûte est tournée, et le côté de l'entaille faire face à l'ouvrier. On peut les poser sur du mortier ou à sec, remplir ensuite les interstices, et serrer, en versant de la chaux en bouillie, du plâtre ou d'autres substances analogues, à la volonté de l'ouvrier. Il est prouvé que les voûtes faites sur ce principe n'exercent pas de pression latérale, et conséquemment n'ont pas besoin de soutiens. Un des autres avantages qu'elles présentent est de pouvoir se charger de suite ; mais le plus précieux est la sécurité qu'elles offrent contre les accidens du feu. Ces voûtes n'exigent pas de ren-

forts, d'éperons; on peut ne pas donner aux murailles plus d'épaisseur que si elles devaient porter des planchers.

En 1798, Francis Farquharson, de Birmingham, obtint une patente pour faire des briques et des tuiles avec une machine; l'usage des chevaux pour pétrir l'argile est maintenant très-commun.

W. Davis observa que, dans le voisinage d'une mine de charbon, quelques personnes employaient un mortier pour faire le fond de leur cheminée ou de leur grille, qui en peu de temps devenait très-dur. Cette substance, qui se trouve entre le charbon et la roche, a été examinée par Kirvan. Ce chimiste pense qu'elle doit, quand elle est bien mêlée avec une proportion convenable d'argile, produire des briques capables de résister à l'action du feu.

En construisant, on perd beaucoup de temps pour tailler les briques comme l'exige la place qu'elles doivent occuper. Le temps n'est pas la seule perte qu'on fasse; quand on veut les casser, surtout dans le sens de leur longueur, on en met la moitié hors d'usage; on en fait aujourd'hui qui n'offrent pas cet inconvénient. Elles ont été presque coupées par un fil de métal pendant qu'elles étaient molles, et peuvent céder au premier coup.

Il est très-important d'examiner l'argile avant

de l'employer, afin de voir si une addition de quelque terre n'améliorerait pas sa qualité. Selon Bergmann, la proportion de sable doit être d'autant plus grande que l'argile éprouve plus de retrait par la cuisson, mais les meilleures sont celles qui n'en demandent pas. Ce chimiste recommandable a indiqué aux fabricans le moyen suivant d'analyser leur terre. Versez de l'acide nitrique sur de l'argile crue; elle montrera par son effervescence si elle contient de la chaux. Les argiles calcaires ou les marnes sont souvent les meilleurs matériaux qu'on puisse employer pour faire des briques. Pour reconnaître la quantité de sable, on délaie dans l'eau un poids donné d'argile; l'un se précipite, et l'autre, qui reste en suspension, peut être enlevé par les lavages. L'acide nitrique, par son action sur l'argile dont on a noté le poids, dissout la chaux qu'on précipite par l'alcali volatil. On peut donc connaître en poids l'argile, le sable et la chaux, et s'assurer de la quantité de sable ou d'autres matières qu'il faudrait ajouter pour former un composé propre à faire de bonnes tuiles et de bonnes briques. En examinant le sable au microscope, on verra s'il contient du feldspath ou d'autres pierres de figures connues.

Les tuiles à paver sont une espèce de longue brique plate, employée pour garnir les cuisines, les celliers, etc. Il y en a de deux ou trois gran-

deurs : la moindre est de la longueur et de la largeur de la brique commune ; la plus grande a environ un pied carré. L'épaisseur est pour toutes d'environ un pouce et demi ; elles sont faites des meilleures espèces d'argile, fortement cuites. Les tuiles à paver ou les briques font plus d'effet à l'œil quand on les pose diagonalement.

La tuile la plus commune pour les toits, la tuile à panne, a environ 13 pouces de long, 8 de large, et à peu près un demi-pouce d'épaisseur. Elle est courbée dans la direction de sa longueur, de manière que sa section transversale présente une figure analogue à celle de la lettre S. Un des côtés de la courbe sert de canal pour l'écoulement de la pluie ; c'est pour cela qu'il est plus grand que l'autre, qui ne sert qu'à couvrir le bout de la tuile qui lui est contiguë. Les tuiles sont armées, à leur partie supérieure, d'un crochet qui les fixe sur la latte. Elles forment une pesante couverture qui exige que les bois qui la supportent soient très-forts. Il y a d'autres espèces de tuiles : les tuiles plates, les tuiles à comble, qui sont un demi-cylindre, et servent à couvrir les faîtes du toit. Elles ont 13 pouces de long, six et demi de large (1).

---

(1) L'eau de briques, ou l'eau chargée des principes contenus dans les briques ou tuiles, acquiert des propriétés remarquables, et devient si pernicieuse lors-

En Hollande, on vernit fréquemment les tuiles, ce qui augmente leur durée et leur prix. La principale cause de destruction de celles qui ne le sont pas est l'humidité qu'elles absorbent ; l'eau les pénètre ; et, s'il gèle, elles se cassent. Pour les préserver de cet effet, Sonnini a découvert un moyen simple et peu coûteux. Il les recouvre avec une brosse, lorsqu'elles sont échauffées par le soleil, d'une couche de goudron : celles que la gelée a déjà écaillées peuvent être préservées de la même manière.

Des outils employés dans la briqueterie.

La *truelle*, qui sert à prendre et à étendre le mortier, sert aussi à couper les briques de la grandeur nécessaire. Elle est de bon acier bien trempée.

---

qu'on l'emploie dans les alimens, a été l'objet de curieuses expériences faites par le docteur Percival, et rapportées dans le premier volume de ses *Essais*. Il laissa deux ou trois briques 4 jours dans un bassin rempli d'eau distillée, qu'il examina ensuite avec des réactifs. Il reconnut qu'elle ne dissolvait plus le savon, verdissait légèrement avec le sirop de violette, blanchissait par l'alcali volatil, et devenait entièrement laiteuse par l'alcali fixe ou une solution de sucre de plomb. L'infusion de racine de tormentille ne causa aucun changement. Ainsi le docteur conclut justement que les réservoirs en briques sont extrêmement impropres, puisqu'ils rendent l'eau dure et malsaine.

Le *marteau* des maçons en brique, ou hachette, peut servir ou à frapper ou à diviser les briques, à faire un trou dans la muraille, et autres opérations. Un des bouts de la tête a une face semblable à celle du marteau ordinaire; l'autre a à peu près la forme d'une hache de charpentier, quoique plus étroite relativement à sa longueur. Le manche est fixé plus près du marteau que de l'extrémité coupante. Il y a encore un autre marteau qui diffère du premier en ce que la partie coupante est tournée comme une herminette, mais plus étroite comparativement à sa longueur. On l'introduit entre les briques pour les séparer avec facilité.

La *règle à plomb* consiste en une règle de bois de quatre pieds de long, d'une largeur et d'une épaisseur suffisantes, pour ne pas plier; vers le milieu de l'un des bouts, est tracée une ligne droite, à l'extrémité de laquelle est attachée une petite corde chargée d'un poids. Si les côtés étroits sont droits, parallèles les uns aux autres, la ligne à égale distance de chacun de ces côtés, la règle est juste; si on applique celui qui est étroit contre une muraille, le cordeau du plomb tourné vers l'ouvrier, celui-ci pourra juger si la muraille est verticale; s'il observe que la corde ne coïncide pas avec la ligne qui est sur la règle, il recule ou avance les briques pour rectifier l'erreur, en ayant soin de le faire

pendant que le mortier est encore humide. Comme le plomb ne doit pas toucher à la règle, on a fait une coupure dans celle-ci pour que la corde puisse s'étendre.

Le *niveau* est un instrument à peu près semblable à la règle que nous venons de décrire; si un de ses bouts est joint à angle droit au milieu d'une autre règle de même largeur et même épaisseur, mais environ double de sa longueur, elle devient un niveau. Pour juger de l'exactitude d'un niveau, placez-le verticalement dans la position qu'il doit avoir, sur une surface plane, et élevez ou abaissez un des bouts, jusqu'à ce que le plomb soit au milieu de la ligne perpendiculaire ou limbe de cet instrument; quand vous l'avez observé juste, retournez le niveau; il est parfait si le plomb coïncide avec le limbe. Les parties perpendiculaires et horizontales du niveau ne sont pas seulement jointes ensemble à mortaise et tenon; mais, pour plus de solidité, on y ajoute deux bras, qui s'étendent dans une direction inclinée de la partie perpendiculaire à la partie horizontale.

La *grande équerre* sert à vérifier, si les côtés d'un bâtiment sont à angles droits. Il y a de petites équerres pour s'assurer que le lit des briques est disposé carrément.

Le *bouveau* sert à aligner la surface des briques.

La *règle* à mesurer a de 5 à 10 pieds de long. Les pieds sont marqués par des crans, et celui qui est à une des extrémités, est divisé en pouces. Les briquetiers, pour mesurer avec célérité, se servent d'un cordeau, qui est enroulé sur une petite manivelle, dans une boîte cylindrique, qui se dévide avec facilité, et présente une longueur de plusieurs toises.

La *règle à joints* est employée pour égaliser les joints des briques; elle a de huit à dix pieds de long, et quatre pouces de large; quand elle doit servir à deux ouvriers, elle a cette dernière longueur.

L'outil de fer, dont on se sert avec la règle à joints, pour marquer les joints des briques, a presque la forme d'une ∽ couchée, mais sa courbure n'est pas aussi considérable.

La *râcle* sert à enlever le mortier qui fait saillie sur les murailles, pour en remettre de nouveau avec plus de soin, et faire ce qu'on appelle les joints. Il est de fer, et muni d'une pointe d'acier; à environ un quart de sa longueur, de chaque extrémité il est recourbé à angle droit, et dessinerait un Z si le jambage qui lie la barre de cette lettre à son sommet était vertical au lieu d'être oblique.

La *hotte* est une auge angulaire de bois, fermée seulement à un bout; elle ressemble à la moitié d'une caisse rectangulaire, divisée de

manière à n'avoir que deux côtés entiers et une base triangulaire. Du sommet de l'angle droit, formé par la rencontre des deux côtés, part un manche d'environ quatre pieds de long, qui est garni d'un coussin de plusieurs doubles d'étoffe de laine; dans cette hotte, l'ouvrier porte sur ses épaules les briques et le mortier au maçon; le coussin empêche que le tranchant de l'angle de l'auge ne le blesse. Le long manche l'aide à la porter facilement en marchant, ou montant à une échelle. On saupoudre la hotte de sable sec, avant d'y mettre du mortier, pour qu'il n'y adhère pas.

Le cordeau qui sert à arranger les briques en ligne droite est tendu sur la muraille et élevé à mesure que le travail avance; ce cordeau porte à chaque bout un morceau de fer pointu qu'on plante dans le mur.

La *demoiselle* des briquetiers ressemble à celle des paveurs; lorsqu'on trouve que la terre n'est pas assez solide pour y asseoir les fondations, on la comprime autant que possible avec cet outil, pour prévenir les affaissemens qui endommageraient le bâtiment.

La *pince* est utile, surtout quand le briquetier est seul; elle lui sert à percer une muraille, élever un corps pesant, et semblables opérations.

Le *compas* pour tracer des arcs, et la meule pour

aiguiser les outils, ne méritent pas d'être décrits.

Le *bloc à tailler* les briques est fait d'un morceau de bois convenable et placé à portée pour qu'on puisse tailler dessus les briques qui doivent l'être ; sa hauteur est d'environ trente pouces, sa surface supérieure n'est pas considérable ; six ou huit pouces carrés suffisent pour le travail d'un homme ; quand il y en a plusieurs, il vaut mieux qu'ils aient chacun leur bloc à tailler, que d'en faire un plus grand que partagent deux ou plusieurs.

Le *banc ou établi*, sur lequel on frotte les briques, a deux ou trois pieds de large, six à douze de long, selon le nombre d'ouvriers qui doivent y travailler. Il est placé à trente ou trente-deux pouces de haut, il n'est pas nécessaire qu'il soit très-épais ; une vieille porte posée sur quatre ou cinq pieds, et appuyée contre la muraille, convient très-bien.

Pour tracer les cintres, on se sert d'une planche arquée ou convexe d'un côté, mais qui n'a pas une longueur, ou largeur déterminée ; on emploie cette pièce comme règle ; on donne même 1 pouce et demi de cintre pour tracer des arches droites. Cette petite convexité est nécessaire pour l'établissement de la voûte ; quand le briquetier a tiré ses lignes, il donne la planche ou règle au charpentier, pour qu'il établisse dessus ses cintres.

On se sert de *moules* pour se procurer des briques de la grandeur et de la forme qu'on désire, et qu'on peut tailler de manière qu'un des bouts se réunisse avec le lit de briques préalablement posé. Le moule varie suivant la courbe des voûtes.

C'est avec la pointe d'un gros clou que l'on marque sur la brique la place où elle doit être coupée.

La *scie* est employée à faire une entaille d'environ une ligne à l'endroit marqué pour la couper, afin que la hache à brique puisse y entrer et en faire facilement la séparation ; les faux joints sont aussi coupés avec cet instrument.

La *hache à brique* est employée pour réduire les briques suivant les dimensions qui ont été tracées dessus.

Quand les briques ont été taillées par la hache, on les frotte ou sur une pierre ou l'une contre l'autre pour les rendre unies. La pierre à frotter est fixée par un lit de mortier à un des bouts du banc ; il faut, pour conserver le niveau des briques, les frotter également sur chaque coté et dans différentes directions ; la pierre ne doit, par conséquent, pas tellement être grande qu'on ne puisse atteindre à l'entour ; vingt pouces en diamètre forment la grandeur la plus convenable ; si le grain de la pierre n'use pas assez la brique, on peut le soupoudrer de sable.

On vérifie aussi avec un morceau de marbre d'environ 13 pouces de large et 20 de long et plus, si les surfaces frottées sont droites.

On a encore une autre pierre sur laquelle on use les surfaces courbes. Elle doit être courbe elle-même dans le sens inverse de la brique à frotter, et avoir le même rayon.

Des fondations.

Les fondations sont ou naturelles ou artificielles; elles sont naturelles quand le terrain est rocailleux et solide; artificielles, quand il est vaseux, sablonneux ou fraîchement remué. Il faut alors recourir au pilotis ou à quelque autre moyen analogue pour supporter le bâtiment. Les apparences sont souvent si trompeuses, que le constructeur prudent doit examiner le sol sur lequel il s'appuie avec la plus scrupuleuse attention. Si la terre ne se raffermit pas lorsqu'il la bat avec la demoiselle, il faut employer la sonde pour reconnaître sa nature. Elle indique la profondeur à laquelle se trouve la terre ferme; on enlève la couche qui la recouvre, ou on fait usage des pilotis. Dans le premier cas, l'excavation doit être plus large à la superficie qu'à la base, pour former, des deux côtés de la tranchée, des plans inclinés. Suivant Palladio, les fondations doivent être la sixième partie de la hauteur du bâtiment; s'il

y a des caves, il recommande de creuser plus profondément. C'est une bonne méthode de faire les fondations deux fois aussi larges que le mur qu'elles doivent supporter; dans ce cas, le retrait se fait sur les deux côtés.

Si le sol est peu solide, il faut l'assurer avec des pilotis assez longs pour arriver jusqu'à une couche ferme; leur épaisseur doit être environ le douzième de leur longueur; ils seront coupés à la même hauteur, et couverts de madriers : on a observé, comme un fait curieux, que ceux qui sont faits de bois sec et pris suivant un fil, s'enfoncent plus facilement et plus profondément par la même force que s'ils étaient dans un état opposé.

Quand le sol est peu solide, mais cependant assez pour ne pas exiger de pilotis, on met au fond de la tranchée de forts madriers de chêne liés entre eux, et on construit au-dessus : des planches de sapin goudronnées sont aussi durables, et peuvent servir au même usage. Ces madriers doivent être d'un demi-pied plus larges que le mur de fondation. On peut encore consolider le fond des tranchées sur les terres de cette espèce, en le couvrant de larges pierres dont la largeur excède d'un pied celle de la muraille. Sur ce premier lit on en met un autre plus étroit, en faisant porter les joints de celles-ci sur le milieu des premières.

Si le terrain est mauvais dans une partie et bon dans une autre, on peut employer pour le côté faible un moyen qui devient tous les jours plus commun, et que le succès justifie quand il est bien exécuté; c'est celui des arches renversées, ou suspendues, suivant les circonstances.

Si la partie mouvante du terrain ne se trouve que sous les ouvertures que l'on se propose de ménager au bâtiment, il faut recourir aux arches renversées, qu'on dispose sous ces ouvertures, comme l'indique la fig. 1, pl. I. On obtient, par ce moyen, l'avantage d'une base continue; car les pieds-droits ne peuvent s'enfoncer sans entraîner avec eux les arches et la terre sur laquelle ils reposent; tout le bâtiment s'abaisserait également, il ne se ferait aucune rupture dans les murailles. Les avantages de cette méthode sont si grands, qu'on la regarde comme indispensable dans tous les bâtimens d'un grand poids, même dans le cas où le terrain n'est pas défectueux. Les murailles des constructions dont les fondations ne sont pas établies sur ce principe, ou qui ne reposent pas sur le roc à nu, s'enfoncent toujours un peu. Comme les pieds-droits exercent une pression incomparablement plus grande que celle des autres parties de la muraille sous les ouvertures, ils descendent de préference, et produisent des lézardes, des crevasses, surtout le haut et les appuis des croi-

sées. Les arches renversées préviennent ces mauvais effets ; mais, pour atteindre complétement ce but, il faut les faire avec le plus grand soin, et leur donner une profondeur au moins égale à a moitié de leur largeur.

Quand, au contraire, les portions solides du sol ne se trouvent que sous les ouvertures, on y bâtit des pieds-droits que l'on réunit entre eux par des arches suspendues, comme on le voit fig. 2. Il faut, autant que possible, s'arranger pour que le milieu du pied-droit corresponde à celui de la voûte. Si ce pied-droit ne couvre pas entièrement l'arche, il faudra donner d'autant plus de courbure à cette dernière, que le premier sera plus étroit. Quand les arches servent de cette manière, les intrados doivent être vides pour produire le meilleur effet. La résistance uniforme du terrain sur lequel les pieds-droits sont élevés, est plus importante qu'une dureté parfaite; car, si elle est uniforme, le bâtiment s'enfoncera également sans qu'aucune de ses parties souffre.

Lorsqu'on couvre de madriers le fond de la tranchée des fondations, le premier lit de pierres ou de briques qu'on y pose doit être aussi bien joint que possible, et sans mortier, qui détériorerait le bois. S'il y a de la différence dans la qualité des briques, les plus fortes, les plus compactes, qui sont le moins capables de s'im-

prégner d'humidité, seront choisies pour faire les fondations.

Des mortiers.

Le maçon étant pourvu d'outils, de briques, et ayant préparé la tranchée pour les fondations, a besoin de mortier pour élever sa muraille; nous allons nous occuper de la manière de le préparer.

Higgins a cherché les meilleures méthodes de le faire. Il a avancé, d'après les résultats que lui avait donné l'analyse, que les Romains, dont le mortier après deux mille ans est aussi dur que les pierres qu'il joint, ne possédaient pas des secrets que nous ne puissions découvrir. Ses observations, qui furent publiées en 1780, sont d'une haute importance; il est, en effet, pénible de voir nos édifices tomber en ruines prématurément par le peu de soins et l'ignorance de ceux qui ont été chargés de les élever.

Le sable le meilleur et le plus pur est celui qui contient le moins d'argile, de sels, de terres calcaires et gypseuses, ou autres matières moins dures et moins durables que le quartz. Quand on ne peut en trouver de cette qualité, on recourt au moyen suivant. On met le sable sur un crible dont les trous n'ont qu'un seizième de pouce, et ne donnent passage qu'aux grains de

sable de ce diamètre ; on fait tomber dessus un filet d'eau qui lave la masse, entraîne l'argile et les autres matières plus légères que le sable qui reste au fond. On rejette ce qui se trouve sur le crible. Le sable, ainsi rassemblé, est passé sur un autre qui sépare les grains qui n'ont qu'un treizième de pouce de diamètre. Nous appellerons celui-ci sable fin, et l'autre sable gros. On le fait sécher au soleil, ou par le moyen du feu.

La meilleure chaux est celle qui s'échauffe le plus, et se délite le mieux quand on l'humecte, qui est nouvelle, qui a été conservée en vase clos, qui se dissout sans effervescence dans le vinaigre distillé, en ne donnant pour résidu que peu d'argile, de gypse ou autres matières analogues. Mettez 14 livres de cette chaux choisie dans un tamis de fil de laiton, encore plus fin que le dernier dont nous venons de parler ; délayez-la en la plongeant, en la retirant et la plongeant encore dans l'eau claire, et ainsi de suite alternativement ; rejetez les matières qui n'ont pas passé à travers ce tamis ; remettez de nouvelle chaux, et opérez de même jusqu'à ce qu'il y en ait le quart de la quantité d'eau. Vous aurez une eau de chaux qui contribuera puissamment à la bonté du stuc. Dès que le mélange s'est fait, couvrez le baquet qui le renferme jusqu'à ce qu'il devienne clair ; décantez le

liquide au moyen de robinets placés à différentes hauteurs, sans casser la croûte qui s'est formée à sa surface; moins il contiendra de matières salines, meilleur il sera. On enferme cette eau de chaux dans des vases bouchés hermétiquement, jusqu'au moment de s'en servir.

Dissolvez 56 livres de chaux, choisie comme nous l'avons dit, en l'arrosant graduellement avec l'eau de chaux; jetez cette chaux sur le dernier tamis dont nous venons de parler. Celle qui passe peut être employée de suite, ou conservée dans des vases bien fermés; c'est la partie la plus fine et la plus riche; on l'appelle chaux purifiée. Il faut toujours cribler immédiatement après qu'on a humecté; autrement des portions de chaux mal cuites, ou d'autres matières étrangères, pourraient passer à travers le tamis. Ce qui reste sur ce tissu doit être rejeté.

Les matières premières du ciment ainsi préparées, prenez 56 livres de gros sable, et 42 livres de sable fin; mêlez-les sur une table de bois dur placée horizontalement; étendez alors le sable de manière qu'il ne forme pas une couche de plus de six pouces de haut, et mouillez-le avec l'eau de chaux; ajoutez en plusieurs fois 14 livres de chaux purifiée que vous mêlez bien au sable avec une truelle; ajoutez encore par parties 14 livres de cendre d'os, et mêlez de nouveau. Plus ces mélanges seront prompts

et intimes, plutôt le ciment sera formé, et meilleur il sera. Comme il sèche plus vite que le mortier ou le stuc ordinaire, il faut l'employer sans délai, et l'appliquer en glissant la truelle. Les surfaces sur lesquelles il est employé doivent être mouillées avec de l'eau de chaux; et, si le ciment a besoin d'être humecté, on emploie le même liquide.

Les proportions que nous venons de donner sont pour un ciment qui doit être exposé dans des lieux à l'abri de la chaleur et de la pluie. En général la moitié de la quantité de cendre d'os indiquée sera suffisante; dans ce cas le stuc ne deviendra pas dur aussi vite, mais par la suite il sera plus fort, surtout si le temps est favorable.

Quand on a besoin d'un ciment d'une pâte fine, on prend 98 livres de sable fin, on l'humecte avec de l'eau de chaux, et on le mêle avec de la chaux purifiée et des cendres d'os dans la quantité, et de la manière que nous venons de dire. Seulement, au lieu d'employer 14 livres de chaux, on en mettra 15, si la plus grande partie du sable est très-fine. Ce stuc convient pour la dernière couche des ouvrages qui doivent imiter les pierres du grain le plus fin, et s'applique comme l'autre.

Quand on aura besoin d'un ciment moins cher et plus grossier, on se servira de sable moins fin que celui que nous avons indiqué;



dans ce cas, on consommera moins de chaux. Par exemple, prenez de ce plus gros sable, 56 livres; de celui qui passe à travers les trous d'un seizième de pouce de diamètre, 28 livres, et du plus fin, 14; mouillez-le avec l'eau de chaux, et ajoutez-y 14 livres ou un peu moins de chaux purifiée, et autant ou un peu moins de cendres d'os.

Si ces cimens doivent être blancs, il faut choisir du sable, de la chaux et des cendres d'os blancs. Du sable gris, et des cendres d'os à moitié brûlés, donnent un ciment gris. Les autres couleurs peuvent être obtenues en choisissant du sable coloré, ou par un mélange en quantité convenable de talc en poudre coloré, de poudres métalliques ou vitreuses, ou autres substances de même nature, et de la teinte qu'on veut obtenir.

On fait avec ce ciment des pierres artificielles, en mettant alternativement un lit de ciment et de cailloux, de pierres dures ou de briques, dans un moule de la figure de la pierre dont on a besoin. On expose cette masse à l'air; elle sèche et se durcit, mais il ne faut la laisser à la pluie que lorsqu'elle a acquis une grande dureté. Elle devient encore plus dure et plus belle, si après qu'on l'a séchée on la trempe dans l'eau de chaux à différens intervalles. Les pierres de stuc s'améliorent aussi beaucoup par

ce lavage à l'eau de chaux, dont les cendres d'os facilitent l'absorption.

Quand on emploie ce ciment à faire des réservoirs, il ne faut mettre que le tiers des cendres d'os prescrites, et compléter la quantité par du terras. Si le sable employé n'est pas de la plus grosse espèce, on emploie plus de cette dernière substance, de manière qu'elle forme en poids la sixième partie du sable.

On a quelquefois besoin d'un ciment très-fin et fluide ; on l'applique avec une brosse pour finir et polir les ouvrages dans lesquels il en est entré de plus grossiers ; pour blanchir les murailles et leur donner une couleur uniforme, on emploie de la poudre de cailloux calcinés, de quartz ou d'autres substances dures au lieu de sable, mais en quantité d'autant moindre qu'elle est plus fine. Cette poudre ne doit être mêlée au plus que dans la proportion de six fois le poids de la chaux, et de 4 au moins : plus on consommera de chaux en se tenant dans ces limites, plus le ciment sera sujet à se fendre et se gercer par une prompte dessiccation. Pour blanchir ou crépir les murailles, le ciment doit être de la consistance de la crême fraîche, et étendu vivement avec une brosse par un temps sec. On peut quelquefois ajouter du bel ocre jaune pour colorer à bon marché les murailles auxquelles on veut donner cette couleur.

Si on ne peut se procurer du sable, il faut le remplacer par des substances pierreuses et durables, par de la terre cuite, en poudre, et assortie comme si c'était du sable, mais mesure pour mesure, et non poids pour poids, à moins que le volume des grains de ces poudres ne soit le même que celui du sable. Ces matériaux sont d'autant plus imparfaits que les particules dont ils sont composés sont moins dures. La poussière des routes, qui est composée de pierres calcaires réduites en poudre, le vieux mortier des anciens bâtimens ont été recommandés plus qu'ils ne le méritent. Ces matières extrêmement divisées exigent une plus grande proportion de chaux, et ne possèdent jamais la dureté ni la durée d'un bon mortier. Le sable de mer lavé dans l'eau de rivière est aussi bon qu'un autre sable; mais, s'il est employé sans cette précaution, le mortier qu'il forme attire l'humidité.

La proportion de chaux peut être augmentée sans inconvéniens, quand le ciment ou le stuc doit être appliqué dans un endroit où il ne sèche pas trop promptement; dans les circonstances contraires, elle doit être diminuée. On peut rendre moins sensible le défaut de chaux en quantité ou en qualité, en mouillant l'ouvrage à différens intervalles avec de l'eau de chaux. Il est convenable de mêler des poils à

ces cimens quand ils sont destinés à des travaux intérieurs.

Toutes les substances brûlées peuvent remplacer les cendres d'os.

La poudre d'os facilite l'opération du plâtrage en augmentant la mollesse du mortier dans lequel elle entre; elle l'empêche aussi de se fendre, et le fait plus tôt arriver à l'état où il n'est plus endommagé par la pluie. Si on en met moins que le quart de la chaux, elle est peu utile; si elle excède la quantité de terre, elle est nuisible. Ainsi l'usage en sera réglé d'après les circonstances suivantes. Quand on cherche plus à défendre une incrustation des effets d'un temps chaud qu'à la finir promptement; à la préserver de la pluie, qu'à la rendre durable, il faut employer autant de cendres d'os que de chaux; mais, quand la saison, l'exposition et d'autres circonstances permettent d'attendre, une partie de cendres d'os pour quatre de chaux est suffisante. Les cendres d'os qu'on emploie doivent être plus fines que celles dont on se sert pour faire les coupelles; elles doivent être bien lavées et extrêmement fines.

Le sable dur, c'est-à-dire, qui contient des grains à surfaces plates, est le meilleur; ces surfaces plates, quand elles sont enveloppées et cimentées ensemble par la chaux liquide, ont une plus forte cohésion que les grains globuleux.



La méthode précédente de faire des cimens et du stuc diffère, comme on s'en sera aperçu, du procédé ordinaire en plusieurs points essentiels, dont les principaux sont la pureté, l'assortiment du sable, l'usage de l'eau de chaux, et une plus grande proportion de sable, relativement à celle de cet alcali. Quand le sable contient de l'argile et d'autres impuretés, les briquetiers trouvent que la meilleure espèce de mortier qu'ils peuvent faire doit contenir environ la moitié de chaux, et décident sans autres indices que parties égales de chaux et de sable sont ce qu'il y a de mieux à prendre. Mais le sable n'exige pas tant de chaux pour faire un mortier durable, quoiqu'il ne soit pas aisé de le faire comprendre à ceux qui ne cherchent pas à se rendre compte des causes qui influent sur leurs opérations. Beaucoup d'artisans croient qu'ils n'ont plus rien à étudier; ils savent leur métier, et s'en tiennent à ce qu'on leur a montré; rien de ce qui est nouveau ne les intéresse. Heureusement il en est d'autres qui veulent perfectionner les connaissances qu'ils ont acquises, économiser les matériaux, améliorer les procédés, rendre leurs habitations plus salubres, plus sèches et plus chaudes; ceux-là ne seront pas fâchés de recevoir un conseil qui augmente leurs ressources.

Les fours à chaux sont si élevés, que dans le

fond la pierre calcaire est cuite peut-être 18 heures avant de l'être à la partie supérieure; elle se détériore alors par son exposition prolongée à l'air qui traverse le feu. Ces fours doivent être faits beaucoup plus larges, plus bas, et surmontés d'une calotte, qui se termine par une cheminée élevée pour accélérer la combustion, quand il est nécessaire, par un fort courant d'air. Les calcaires acquièrent les propriétés de la chaux, quand elles sont prises en petits fragmens de grosseur uniforme, et chauffées lentement jusqu'à ce qu'elles paraissent embrasées, et ne fassent plus effervescence avec un acide. L'art de préparer la chaux gît dans ces simples attentions; quand elle est blanche, elle ne contient pas de substances métalliques. Il ne suffit pas de la garder dans un endroit sec, elle se détériore si elle n'est pas tenue dans des vases bien fermés; elle est impropre alors à la confection du mortier, et se transforme en craie. Elle peut absorber un quart de son poids d'eau, et paraître tout-à-fait sèche; ainsi ceux qui ont de la chaux à transporter à de grandes distances trouveront de l'avantage à la recevoir en sortant du four.

Le mortier qui se sèche d'abord sans se fendre, soit qu'il le doive à une proportion convenable de sable, ou à une dessiccation lente, ne se crevasse plus. Comme c'est la pâte de chaux

et non le sable qui entre dans la composition du mortier, qui produit des fissures dans la dessiccation, plus il y aura de sable, et moins les crevasses seront à craindre. Le mortier qui est susceptible de se fendre aisément se détériore par les alternatives de l'humidité et de la gelée; car l'eau qui s'est introduite dans les plus petites fissures, se dilate par le froid, et en détruit la texture. Composé de sept parties de sable assorti et d'une de chaux, il n'est pas susceptible de se fendre.

Le mortier, pour durcir plus tôt, devenir plus fort, et faire un bon ciment, doit être séché peu à peu. Sa dessiccation peut être effectuée par un air tempéré, mais ne doit pas être accéléré par la chaleur du soleil ou du feu. Il ne doit être mouillé que lorsqu'il est formé, et même il doit ensuite être abrité contre l'humidité et l'action de l'acide carbonique aussi long-temps que possible. Pour montrer combien nos légers bâtimens sont affaiblis par l'agitation et la percussion auxquelles ils sont exposés, quand on élève les murailles, qu'on scelle les bois, qu'on attache les boiseries, nous ferons observer que l'acide carbonique qu'absorbent les mortiers ne contribue à leur solidité qu'autant qu'ils sont dans un parfait état de repos. La moindre réflexion suffit pour sentir que cette substance, qui peut bien contribuer à la dureté du mortier, ne peut jamais servir à réparer les fissures, les solutions de

continuité qui existent entre les briques et le ciment. Ainsi, les coups violens et les charges affaiblissent beaucoup les murailles, surtout si les maisons sont légères et bâties à la hâte.

Rien n'est plus commun que de voir les briquetiers laisser leur mortier exposé à l'action de l'air; tant qu'il n'en a pas reçu l'action, ils ne le jugent pas bon à employer; cette pratique est d'autant plus vicieuse, que quelques portions de la chaux employée ne se délaie pas facilement, parce qu'elle n'est pas assez brûlée ou mélangée de matières gypseuses ou argileuses, qui ne se dissolvent pas aussi promptement que la chaux pure. Les plâtriers, qui emploient une espèce très-fine de mortier, observent que, si leur stuc contient de petits morceaux de chaux non dissoute, il se polit mal, ne prend pas une surface bien unie; circonstance à laquelle ils tiennent plus qu'à la durée de l'ouvrage; ils laissent en conséquence ces parties mal cuites tremper assez de temps pour qu'elles se pénètrent d'humidité. Les maçons qui ont vu faire cela aux plâtriers, et qui n'en recherchent pas la cause, suivent la même pratique sans se douter que plus le mortier est gardé, plus il se détériore; et que, loin d'acquérir de la dureté, il perd celle qu'il aurait prise s'il avait été employé immédiatement.

Parmi les circonstances qui contribuent à la

ruine de nos bâtimens, il faut compter la mauvaise qualité de la chaux qui entre dans le mortier, son grand excès, et l'usage d'employer des briques sèches et souvent chaudes, qui se chargent immédiatement d'eau; l'ébranlement qu'elles éprouvent par la percussion, avant que le mortier soit sec, ce qui fait qu'il ne vaut guère mieux qu'un mélange de sable et de craie en poudre. Pour les travaux solides les briques doivent être trempées dans l'eau de chaux, et débarrassées de la poussière qui les couvre ordinairement; elles deviennent plus compactes et plus dures; le mortier, en se desséchant lentement, ne souffre pas du choc qu'on leur donne pour les placer et les dresser : il en adhère mieux. Ce moyen est une imitation de la pratique des plâtriers, qui mouillent la muraille avant de commencer leurs travaux, parce qu'ils savent que sans cela le plâtre n'y adhérerait pas. On retire le même avantage de la méthode de tremper les pierres poreuses dans l'eau de chaux.

Le mortier fait avec du sable qui contient un septième ou un huitième d'argile, s'amollit dans l'hiver comme de la marne, circonstance qui prouve la nécessité d'employer du sable pur. Le lavage n'en sera pas dispendieux, même dans les villes, si l'eau dont on a besoin pour enlever l'argile peut être recueillie dans un réceptacle, où elle s'épurera pour servir à un nouvel usage.

La craie peut facilement être convertie en chaux aussi bonne, sinon supérieure, que celle qu'on tire des calcaires. La raison qui empêche qu'on ne l'adopte, est probablement qu'elle est moins compacte, et absorbe plus tôt l'acide carbonique de l'air. Une livre de chaux, exposée dans une chambre à l'action d'une atmosphère tranquille, augmente en poids de deux onces et demie en deux jours.

La meilleure eau pour faire du mortier est l'eau de pluie, puis celle de rivière, d'étang, et aussi celle de source ; l'eau de mer et les eaux médicinales ne doivent jamais, attendu les matières salines qu'elles contiennent, servir pour cet usage.

Les compositions dont on se sert pour revêtir l'intérieur des maisons, sont incapables de prendre beaucoup de dureté; quand elles ont été appliquées sur les murailles brutes, elles se ternissent, l'humidité leur fait perdre leur éclat; elles deviennent désagréables à la vue; elles suent, comme disent les ouvriers. Quelquefois cette humidité vient de la mauvaise construction des murailles; du mortier des joints qui tombe, ou des chaperons qui sont défectueux; elle peut aussi provenir de la transpiration. Quand, par exemple, le ciment a été appliqué avant que la muraille fût sèche, ou que les matériaux dont elle est formée sont

assez spongieux pour absorber la pluie, et que la circulation de l'air est trop peu considérable pour emporter cet excès d'humidité. Celle-ci est souvent produite par la condensation, surtout dans les appartemens fermés, quelques anciens et bons que soient les murs. Dans ces sortes de cas, l'humidité qui se manifeste sur le stuc est due à ce qu'il est enfermé, et ne se montrerait pas, soit qu'elle provienne de cette circonstance, ou de celles que nous avons signalées plus haut, s'il était un peu aéré.

Pour teindre les cimens d'une couleur autre que celle du sable, et qui soit inaltérable, il faut le remplacer en totalité ou en partie par des verres colorés, ou des pierres dures réduites en poudre. On enlève par le lavage les parties les plus fines, non seulement parce qu'elles sont nuisibles aux cimens, mais parce qu'elles contribuent peu à leur donner de la couleur.

Le stuc fait avec les meilleures proportions de chaux, de sable, et d'eau de chaux, se détériore si on le peint dès qu'il est sec. Une couverture de cette espèce l'empêche de prendre de la dureté en le privant de sa communication avec l'air, et lui fait un tort irréparable lorsque le temps devient humide. Si cette peinture ou l'huile sont appliquées sur le stuc, ce ne doit être au plus qu'un an après sa confection ; elle contribue très-peu à sa durée ; et, quoi-

qu'elle durcisse sa surface, elle ne l'empêche pas de se fendre.

Le mortier fait de sable, d'eau et de chaux, quelles que soient les proportions du mélange, ne peut être employé pour faire des aquéducs, des réservoirs, autres constructions sous l'eau, à moins qu'il ne se passe un temps suffisant pour le durcir avant l'admission du liquide; une addition convenable de terras lui donne la proprieté de durcir sous l'eau. Les Romains n'employaient que du terras pilé et de la chaux dans ces constructions. Comme ce mortier sèche promptement, et que, sec, il est impénétrable à l'eau, quelques personnes en ont conclu que c'est le meilleur qu'on puisse adopter pour ces sortes de travaux. Mais l'expérience a démontré que, lorsqu'il est fait de terras pilé, gros ou fin, il ne devient pas aussi dur, et ne résiste pas aussi long-temps que quand il est préparé au sable et à la chaux; son efficacité n'est bien reconnue que pour les réservoirs constamment pleins d'eau, ce qui semble dépendre de la propriété qu'a le terras en poudre comme les autres corps argileux, mais dans un plus haut degré, de faciliter la cristallisation des matières calcaires en absorbant l'eau au milieu de laquelle il se trouve répandu dans le mortier, et de se gonfler durant cette absorption, de manière à le rendre impénétrable à une plus

grande quantité d'eau. Il paraît aussi que l'acide vitriolique que contient le terras contribue à durcir le ciment, en se combinant avec une partie de chaux pour faire du gypse. Le terras est une production volcanique, consistant en argile et en oxide de fer amalgamés ensemble. La première réduite en poudre communique au mortier, quand elle est cuite, des propriétés semblables.

La pouzolane est autre production volcanique qui diffère peu du terras pour l'effet qu'elle produit dans le mortier. Elle est vomie par les volcans sous forme de cendres, et se trouve en plusieurs contrées, mais plus particulièrement dans le royaume de Naples. Le ciment employé par Smeaton, dans la construction du phare d'Édystone, était composé de parties égales en volumes de chaux et de pouzolane; ce mélange avait paru le plus convenable pour un bâtiment qui se trouvait exposé à toute la violence de la mer. Mais une composition qui convient généralement pour les travaux hydrauliques est celle qui se prépare avec deux parties de chaux, une de pouzolane, et trois de sable lavé.

On a dernièrement découvert que le manganèse est utile dans les mortiers hydrauliques quand on l'emploie de la manière suivante: Mêlez ensemble quatre parties d'argile grise, six

d'oxide noir de manganèse, et quatre-vingt-dix de bonne pierre à chaux réduite en poudre fine; on calcine le tout pour en chasser l'acide carbonique; quand le mélange est refroidi, il est mêlé avec soixante parties de sable lavé, et réduit en consistance de pâte molle avec de l'eau. Un morceau de ce ciment jeté dans l'eau se durcit de suite.

De la manière de faire la liaison des briques.

Il est nécessaire pour donner de la solidité à une muraille de croiser les joints des briques, afin qu'ils se rencontrent toujours vers le milieu de celles qui les environnent. On doit donc adopter une méthode qui interrompe la direction rectiligne des joints verticaux et horizontaux; ce qui se fait aisément quand la muraille n'est que d'une seule épaisseur de brique; mais, quand elle doit avoir celle de la longueur ou plus, la chose devient plus difficile; car, si elle consiste en deux ou plusieurs rangs de briques, disposées seulement dans le sens de leur longueur, elle se séparera facilement dans le milieu, puisque rien ne lie celles-ci entre elles. Il faut donc dans les murailles épaisses faire croiser les briques en longueur et en largeur, et pour cela suivre ce qu'on appelle le mode anglais ou flamand.

Le mode anglais consiste à croiser les briques

suivant la longueur et la largeur, sur la même ligne horizontale ; celui des flamands à les placer alternativement sur la même ligne, dans le sens de leur longueur et de leur largeur. Cette dernière méthode est si commune aujourd'hui, qu'on voit rarement employer l'autre : elle est préférée, pour sa belle apparence, à celle des anglais, qui lui est supérieure pour la force et la facilité d'exécution. On a fait, mais sans succès, beaucoup de tentatives pour donner une liaison complète aux facades flamandes. Quelques-uns ont placé des bandes minces de fer entre les joints horizontaux ; d'autres ont disposé des briques diagonalement dans l'intérieur des murailles qui se croisaient à angle droit dans les rangées successives ; mais, quoique dans ce cas celles du milieu fussent bien liées entre elles, elles laissaient de chaque côté des interstices triangulaires qui rendent la liaison incomplète. Comme l'ajustement des briques du lit supérieur dépend de l'arrangement de celui qui est au-dessous, il faut pour lui donner la liaison flamande qu'on puisse voir comment il se trouve ; mais le mortier dont on le couvre en cache les joints ; l'ouvrier a de la peine à les reconnaître, peut se tromper, et les mal faire correspondre entre eux. La vieille méthode anglaise avait cet avantage, qu'elle indiquait facilement la disposition du lit supérieur.

Les plans suivans de murailles à joints anglais, qu'il serait à désirer qu'on fît revivre, rendront ce sujet plus intelligible.

La fig. 3, pl. I, représente une muraille de neuf pouces. Afin que les deux joints verticaux ne se rencontrent pas l'un au-dessus de l'autre au bout de la première brique longue qui fait angle, on place en retour celle-ci, qui devient la largeur dans le côté qui est au-dessous, dont elle couvre la moitié de la longueur ; on place une demi-brique sur sa face, de manière qu'avec la longue du coin elle s'étend de six pouces trois quarts, et laisse ainsi deux pouces un quart pour la largeur suivante. On continue ensuite la muraille en plaçant alternativement un lit en long et un lit en large qui se croisent mutuellement. La demi-brique, ainsi introduite, est divisée dans la direction de sa longueur. On peut obtenir le même effet en introduisant une brique de trois quarts à l'angle des briques en long ; et, lorsque l'on met par-dessus le lit de briques en large, on ajoute une portion de brique de deux pouces un quart pour faire la liaison. Pour faire une brique de trois quarts, il est plus commode d'en couper une partie de chaque côté de sa longueur que d'un seul.

La fig. 4 représente la liaison anglaise d'une muraille d'une brique et demie, ou de quatorze pouces. Ici la longueur de la brique est disposée



de manière que le milieu de la largeur des briques qui sont mises en travers sur le même lit, tombe alternativement sur celui des briques employées dans le sens de la longueur du mur, et sur les joints qu'elles forment.

La fig. 5 est une muraille à deux briques; pour former les joints dans le milieu de la muraille, au lieu de croiser alternativement des briques entières sur la largeur de la muraille, on n'a employé que des demi-briques.

La fig. 6 représente une muraille à liens anglais de deux briques et demie d'épaisseur; la disposition des briques est semblable à celle de l'exemple précédent.

Fig. 7, la facade d'un mur d'après la méthode anglaise; le côté entier faisant le coin.

Fig. 8, méthode flamande pour un mur de neuf pouces; deux longueurs lient deux largeurs, et les briques étant deux fois aussi longues qu'elles sont larges, la largeur des deux longueurs est égale à une longueur qui fait l'épaisseur de la muraille. Les lignes ponctuées indiquent la disposition des briques du second rang.

Fig. 9, mur flamand d'une brique et demie, ou de quatorze pouces de large; sur un côté les briques sont posées comme dans le dernier exemple, et sur l'autre, la moitié des larges est placée vis-à-vis le milieu des longues,

et le milieu des longues correspond aussi au milieu des larges.

Fig. 10, autre exemple d'une muraille de même épaisseur que la dernière; ici la disposition des briques est la même sur les deux côtés de la muraille. Cet arrangement produit, dans le centre, des espaces carrés qui peuvent être remplis par des demi-briques.

Fig. 11, partie de la facade d'un mur flamand faisant angle.

Fig. 1, 2, 3 et 4, pl. II, montrent le plan des piliers dans le mode flamand; dans chaque figure le n° 1 indique le premier lit, et le n° 2 le second, ou ce qui est la même chose, le n° 2 peut être considéré comme le premier lit, et l'autre le second.

La fig. 1 est un pilier de deux briques; il a dix-huit pouces carrés; car, en parlant de l'épaisseur d'une muraille ou d'un pilier composé de plusieurs briques, la longueur d'une brique est toujours sous-entendue.

Fig. 2, pilier de deux briques et demie.

Fig. 3, pilier de trois briques.

Fig. 4, pilier de trois briques et demie.

Avant de nous étendre sur ce sujet, nous devons faire observer que MM. Moore et compagnie, de Londres, ont pris dernièrement un brevet pour un moyen de faire les liaisons verticales, qui épargnera les liens de bois dont on se sert

communément. Dans un incendie, lorsque les liens de bois sont consumés, la chute des murs est presque inévitable. Aussi les patentés placent au lieu de bois, dans le milieu de leur muraille, des rangs de briques dures, fortes et perpendiculaires, à peu de distance l'un de l'autre, en hauteur et en largeur, de telle manière qu'ils correspondent au milieu de l'espace entre la rangée qui est dans la même position, immédiatement au-dessus et au-dessous. Ce moyen d'obtenir une liaison verticale paraît nouveau et ingénieux, et s'applique aussi bien aux murailles de pierres qu'à celles de briques.

La fig. 5 représente une voûte étroite qui est ordinairement de la hauteur de quatre lits de briques. Mais dans les grands bâtimens elle doit être de cinq lits. La manière de tirer les joints de ces voûtes se voit à l'inspection de la figure. Ceux d'une voûte de pierre doivent aboutir en ligne directe au point C. On obtient facilement ce point C, attendu qu'il est aussi éloigné des points A et B (qui sont séparés par la largeur de l'ouverture), que A et B le sont l'un de l'autre. Ainsi les lignes qui unissent A, B et C, forment un triangle équilatéral. Quoique les briques du milieu de la voûte aient plus de longueur que celles des extrémités, la différence est trop peu de chose pour être sensi-

ble, et est négligée pour la commodité de tirer toutes les briques avec le même moule. On peut cependant régler la grandeur de celui-ci de manière qu'il forme la moyenne entre les distances requises par les extrêmes, et celles qui le sont par le milieu.

Fig. 6, modèle de voûte d'une brique; ou de 9 pouces de haut.

Fig. 7, voûte demi-circulaire d'une brique de haut.

Fig. 8, voûte elliptique d'une brique de hauteur, dont le sommet est divisé en parties égales, mais non le côté inférieur; elle est élevée de trois centres, A, B et C.

Les voûtes représentées par les trois dernières figures sont souvent faites d'une brique et demie, et même de deux briques de haut; mais, pour couronner les ouvertures des habitations ordinaires, la hauteur d'une brique est suffisante, soit pour l'apparence, soit pour la stabilité. Il n'est pas nécessaire, dans les voûtes d'une brique de haut, lorsque les murailles ont seulement une demi-brique d'épaisseur, que les joints suivent la courbe de l'arche à chaque brique alternative. Ils sont généralement faux, et faits en tirant des traits de peu de profondeur avec la scie; ils forment une espèce de décoration dans les arches exposées à la vue; mais, lorsque les murailles ont une plus grande épaisseur,

les joints en question doivent être réels, et formés de deux briques disposées en travers.

La fig. 9 représente une nouvelle méthode de faire des piliers octogones au lieu de carrés. Par ce moyen, les angles coupés portent mieux les briques que par l'ancien, qui exigeait qu'elles fussent taillées et tellement affaiblies, qu'elles étaient supportées elles-mêmes par les adjacentes. Les piliers carrés sont aussi souvent nuisibles dans les caves.

Ces méthodes, et surtout les détails de construction, ne sont pas partout les mêmes; plusieurs des différences qu'elles présentent tiennent aux localités, et souvent aux matériaux de telle ou telle espèce qu'on a sous sa main. Mais il en est une qui n'appartient pas à cette classe, et qui se répandra partout : je veux parler des échafaudages. A Londres, et dans ses alentours, les échafauds pour les ouvriers qui élèvent les murailles sont extérieurs ; à Liverpool et dans le Lancashire ils sont intérieurs, quelle que soit la grandeur du bâtiment. Chacune des méthodes a ses avantages; cependant l'échafaudage en dehors est plus coûteux, et moins sûr. Dans les villes populeuses, les rues étroites offrent encore d'autres inconvéniens, comme l'obligation où l'on est de tenir à quelque distance les briques ou autres matériaux de peur des accidens. Au contraire, les

échafaudages établis de plancher en plancher, à mesure que les travaux s'élèvent, coûtent peu; l'ouvrier marque ses joints aussi facilement que s'il était en dehors. La chute d'une brique ou d'un outil est à peine remarquée, et les matériaux peuvent être déposés auprès de la muraille.

Pour obtenir des murailles saines et sèches, nous avons déjà observé que c'est au lambrissage qu'on a ordinairement recours, et nous avons averti qu'on peut en diminuer la dépense par une application de mortier ou de stuc. Un autre expédient plus économique consiste à laisser une portion de briques au milieu de la muraille sans mortier de bas en haut. Les interstices qui les séparent font presque le même effet que l'espace qui règne entre le lambris et le mur. En nous référant à la figure, nous serons mieux compris. Dans la muraille de 9 pouces, fig. 8. pl. I, le joint longitudinal *à, b,* et le tiers du milieu ou de *e à f* du joint transversal *c, d,* seront laissés sans mortier, et la même chose se fait à tous les joints qui se trouvent dans une semblable situation; cette méthode affaiblit la muraille; mais ce n'est pas ce qu'on examine; elle est sèche dans l'intérieur, elle a bonne apparence, la maison se loue plus cher; son instabilité pèsera sur l'acquéreur ou la génération suivante. Il arrive fréquem-

ment qu'à force d'être légères, les maisons s'écroulent avant même d'être finies.

Il y a cependant à couvrir les murailles de lambris, un avantage particulier, qui est indépendant de l'humidité. Comme l'air est un des plus mauvais conducteurs de la chaleur, la couche qu'ils interceptent empêche la température de l'appartement d'être affectée par les vicissitudes soudaines de l'atmosphère. Ils doivent être faits avec du bois bien sec, quelquefois même avec des roseaux; mais ceux-ci exigent une plus grande quantité de mortier, et produisent peu ou point d'économie.

La gelée est très-préjudiciable aux nouveaux bâtimens en brique; il faut les en garantir avec soin; on les couvre pendant la nuit; on les garnit souvent d'une couverture de paille, qui laisse écouler la pluie de chaque côté; quelquefois on les recouvre encore de planches. En hiver il faut tenir le mortier plus épais que dans d'autres saisons; et, quand on veut en hâter la solidification, on y ajoute en l'employant de la chaux vive en poudre. Dans les travaux considérables il est nécessaire, même pendant la saison froide, de ne pas abandonner la méthode que nous avons déjà recommandée de tremper les briques dans l'eau de chaux. Avec cette précaution, et le soin de les saupoudrer de chaux, le mortier devient plus utile. Elles ne doivent pas

cependant être aussi mouillées l'hiver que dans les chaleurs de l'été. Quand on ne peut les tremper dans l'eau de chaux, qu'on trouve cette pratique trop embarrassante, il faut au moins la remplacer, en faisant une aspersion sur chaque couche de briques avec de l'eau commune.

Si le mortier a été quelque temps avant d'être employé, il faut le battre de nouveau pour lui donner de la ténacité : c'est le servant qui s'occupe de ce soin, afin que le maçon ne perde pas de temps pour le ramollir avec sa truelle.

En construisant des murailles, il est convenable de ne pas en élever plus de 4 à 5 pieds de haut à la fois, parce que toutes prennent un peu de retrait; si les différentes parties dont elles se composent sont élevées à divers intervalles, les plus fraîches s'affaisseront et se sépareront des autres. Aucune portion ne doit être poussée plus haut qu'un échafaudage au-dessus du reste, à moins de pressant besoin. En élevant une partie séparée on ménage à droite et à gauche des pierres d'attente pour faire la liaison des joints avec le reste de la muraille.

Quand la maison doit être contiguë à une autre qui est parallèle, on laisse des demi-briques en ligne droite avec la façade, et qui excèdent à chaque lit alternatif; ou bien il faut pratiquer dans chacun d'eux une excava-

tion égale à une largeur de briques, et à l'épaisseur du mur. Par ce moyen les deux façades des maisons se lient ensemble, et ne se séparent pas comme font souvent celles qui sont bâties sans cette précaution.

Dans un bâtiment matériel les briques ont plusieurs avantages sur les pierres, elles ont une texture poreuse qui s'unit mieux au mortier, elles sont plus légères, et les murailles sont peu sujettes à l'humidité qui provient de la condensation des vapeurs de l'atmosphère. Quand les matériaux sont prêts, un bon ouvrier avec son servant peut placer 1000 à 1200 briques par jour.

Les murs de brique se mesurent au pied carré, en réduisant l'épaisseur à une brique et demie; ainsi une muraille de deux briques d'épaisseur, 10 pieds de long, 3 de haut et contenant seulement 30 pieds carrés de surface, compte pour 40 pieds réduits. La façade et les arches sont mesurées au pied carré de superficie; les corniches au pied courant ou en longueur.

DE LA MAÇONNERIE.

Le terme de maçonnerie désigne à la fois l'art de bâtir avec des pierres, et le travail lui-même quand il est exécuté.

Des outils du maçon.

Les outils nécessaires au maçon sont principalement un niveau, une règle à plomb, une équerre, un bouveau, une truelle, une hotte, un compas, une scie, un maillet, des marteaux de diverses espèces, et des ciseaux. Tous ces outils, excepté les quatre derniers, sont semblables à ceux du briquetier, et ont été suffisamment décrits.

Les maçons emploient généralement des ouvriers pour scier leurs pierres, parce qu'ils les paient moins cher que les compagnons maçons. La scie, dont ils font usage, est sans dents, tendue dans un cadre, et ressemble presqu'à la scie à cadre des menuisiers; ordinairement de 4 à 6 pieds de long, elle est plus grande quand elle doit être employée sur des pierres d'un volume considérable. On facilite son action par un mélange d'eau et de sable siliceux. Celui-ci placé sur un plan incliné est entraîné par l'eau

qui tombe en gouttes d'un petit baril ou autre vase dans la fente que la scie a faite. L'ouvrier imprime un mouvement lent de va et vient à son outil, qui parcourt un espace d'environ 12 pouces avant de revenir sur lui-même. De cette manière les pierres calcaires les plus dures sont taillées, divisées presque sans déchet. Mais cette méthode est lente et coûteuse comme toutes celles qui s'exécutent à bras d'hommes. Aussi a-t-on construit pour scier et polir le marbre des machines dont quelques-unes peuvent produire sur la pierre les moulures que le tourneur exécute sur le métal ou le menuisier sur le bois. Cette exploitation va plus vite et coûte moins que si elle était confiée à la main des hommes. Il serait à désirer qu'elle donnât le moyen d'exécuter les moulures qui se retournent à angle droit, dont on a si souvent besoin, comme dans un chambranle de cheminée, ou l'architrave d'une porte ou d'une fenêtre.

La forme du maillet qu'emploie le maçon diffère de celle des instrumens du même nom, que nous avons décrits ; son contour ressemble un peu à celui d'une cloche, si ce n'est qu'il est cylindrique dans sa partie la plus large, dont le diamètre est d'environ 8 à 10 pouces. Le manche est assez long pour qu'on puisse bien le tenir à la main ; et c'est avec une partie de la surface cylindrique qu'on frappe le ciseau.

Le tranchant de cette dernière espèce d'outils varie de largeur, depuis un quart de pouce jusqu'à 3 pouces; ils sont de fer et d'acier, mais celui-ci ne s'étend que jusqu'au point où ils peuvent être aiguisés; neufs, ils ont ordinairement 8 à 9 pouces de long avec cinq-huitièmes ou trois quarts de pouce de diamètre, et sont de forme octogone. Quand le coupant est plus large que la portion octogone du manche, il s'élargit en queue de carpe, et les côtés redeviennent presque aussitôt parallèles au tranchant. Quand au contraire il est plus étroit, il est taillé en forme de pyramide. Le ciseau au tranchant le plus étroit, qui n'a souvent pas un quart de pouce, s'appelle *poinçon*. Il est employé à réduire les plus grandes irrégularités d'une surface qui est ensuite terminée avec le ciseau. En taillant la pierre, il faut avoir grand soin de ne pas altérer les angles, ce qui arriverait certainement si le taillant du ciseau était dirigé en dehors du bloc. Si même ce ciseau est perpendiculaire à l'angle qu'il doit former, il n'est pas certain qu'il n'arrivera jamais d'accidens; mais, s'il est dirigé en dedans de manière à former un angle de 45 degrés avec l'arête, on peut tailler avec sûreté. Pour se diriger, l'ouvrier, lorsqu'il fait usage du ciseau et veut enlever les parties défectueuses, se sert d'un morceau de bois mince et droit, comme de règle,

et trace avec une pointe une ligne sur la pierre.

Nous ferons, à cette occasion, une remarque qui a peut-être échappé à beaucoup d'ouvriers. Un ciseau entièrement d'acier produit un plus grand effet que s'il était formé de fer et d'acier, quoique l'acier, dans ce dernier cas, soit aussi bon et aussi dur que dans le premier : c'est que l'acier trempé est plus élastique que le fer, et qu'il transmet plus fidèlement le choc qu'il reçoit.

Dans quelques pays les maçons se servent de marteaux avec lesquels ils peuvent couper (surtout quand ils travaillent des pierres calcaires dures) et tailler les pierres comme avec le ciseau. Ils emploient, au lieu de poinçons, un pesant marteau pointu ; ils en ont un autre aussi pesant qui, portant un tranchant comme celui d'un ciseau, produit ces sillons qu'on remarque sur les pierres dont la surface n'a pas été adoucie ou polie.

Des pierres.

Les pierres calcaires, avec lesquelles on peut faire de la chaux, s'appellent marbre quand elles sont dures, d'un grain serré, d'une belle apparence, et ont des veines de diverses couleurs, Les noms des différentes espèces dérivent ou de leur couleur, ou du lieu d'où elles ont été tirées, Les plus belles viennent d'Italie ; elles sont d'un

blanc de lait, et servent à embellir les principales parties des bâtimens; coupées en lames minces, elles sont demi-transparentes. On trouve, dans plusieurs parties de la France et de l'Angleterre, des marbres plus ou moins colorés, d'un grain fin, et capables de recevoir un beau poli.

Quand on a taillé le marbre avec le ciseau, on le polit en le frottant avec des pierres grenues et dures, du sable et de l'eau, jusqu'à ce que les marques de l'instrument soient enlevées. On emploie des pierres à grain plus fin avec de l'eau mais sans sable pour l'adoucir ; si l'opération ne va pas assez vite, on ajoute un peu de poudre d'émeri. Le dernier degré de poli se donne avec un oxide de chaux, connu sous le nom de potée. Quand la surface du marbre qui doit le recevoir a été coupée avec la scie, elle n'a pas besoin d'être frottée avec le sable; elle peut de suite être finie comme nous venons de l'indiquer.

La pierre à chaux est une espèce de marbre qui peut être coupée et polie de la même manière. Quand on l'emploie pour la façade des bâtimens, elle est seulement taillée au marteau; mais elle produit un très-bel effet quand elle est travaillée avec plus de soin.

La position qu'avaient les pierres dans la carrière mérite toute l'attention du maçon. Celles qui sont destinées à soutenir une grande



pression verticale, comme des piliers, doivent être placées comme elles l'étaient dans le lit dont elles faisaient partie; si le côté qui était horizontal était placé perpendiculairement, elles pourraient éclater sous une forte charge. Presque toutes possèdent, quelle que soit leur solidité apparente, une texture plus ou moins lamelleuse, due probablement au dépôt successif de leurs couches, ou à la cristallisation qu'elles ont subie dans leur première formation. L'effet qu'un pilier de pierre lamelleuse produira n'est pas difficile à apprécier : si, par exemple, un bloc de cette espèce est employé à cet usage, en laissant chacun des lits dont il est composé dans sa position horizontale, il soutiendra un poids un peu moindre que celui qui est nécessaire pour écraser ses atomes; mais si les lames sont placées dans une position inclinée, qu'elles forment un angle aigu avec l'axe, une pression moindre les fera glisser l'une sur l'autre, parce que la cohésion est moins forte; enfin, si les lames sont placées parallèlement à l'axe, le pilier sous une pression suffisante se divisera verticalement en plusieurs parties; et, quoique plus fort que dans le dernier cas, il sera encore faible comparativement. Ainsi le maçon doit faire une grande attention à la position des pierres, en observant les veines ou autres signes qui peuvent indiquer la position des lames.

Des mortiers.

Le mortier qu'emploient les maçons est le même que celui dont les briquetiers font usage; nous avons déjà traité ce sujet, nous n'ajouterons que quelques remarques. Pour faire les joints apparens des pierres, on se servira d'un mortier beaucoup plus fin, et quelquefois d'un mélange de briques pilées et d'huile, ou de peinture de blanc de plomb très-épaisse. Ce ciment restera prédominant à la surface des pierres aussi long-temps qu'elles existeront.

Le ciment dont on se sert pour faire des colonnes de pierres est ordinairement de la brique pilée avec de l'huile et de la potée, ou un mélange de blanc de plomb avec de la craie et de l'huile, et même du mortier fin. Quelquefois on pose ces colonnes sur une lame de plomb; dans ce cas le métal doit avoir un diamètre un peu moindre, et laisser à l'extérieur une rainure étroite qu'on remplit avec du ciment.

Dans les lieux qui ne sont pas exposés à la pluie, on emploie le plâtre pour servir de lit à la pierre ou au marbre. Les pièces de cheminée de marbre rare sont ordinairement très-minces. Dans ce cas on fait derrière un lit avec du plâtre et quelques pierres ordinaires. On trouve difficilement de bon plâtre, et les ouvriers connaissent rarement la cause de ses

imperfections. Nous leur donnerons le moyen de le préparer d'une manière excellente et uniforme, quand nous traiterons du moulage en plâtre.

Les Grecs et les Romains construisaient en pierres de taille, sans ciment; ils prodiguaient les crampons, les bandes de fer et de cuivre. Le lit de leurs énormes pierres était fait avec une précision mathématique, qui a rendu leurs édifices solides et durables au plus haut degré. Les bandes et les crampons métalliques employés dans leurs travaux hydroliques, dans leurs tours élevées et autres constructions exposées à l'action des vents, liaient toutes les pierres qui les composaient.

Des murailles de pierres.

Les préceptes que nous avons donnés sur la construction des arcs suspendus ou renversés, dont nous avons parlé au sujet des fondations, s'appliquent aux murailles de pierres comme à celles de briques et n'ont pas besoin d'être répétés. Expliquons quelques mots techniques.

Les pierres posées en travers d'une muraille afin de la lier sont appelées *pierres de liaison*, et dans quelques lieux *pierres de travers*.

Quand le côté ou les côtés d'une muraille

sont inclinés, de manière que le plomb tombe dans sa base, l'inclinaison s'appelle le *fruit*. Elle est généralement d'un pouce par pied.

Les grandes pierres placées à la base d'une fondation, et qui se projettent au-delà de la surface verticale de la muraille, sont appelées *pierres de fondement*.

Les portions comprises entre les ouvertures, ou entre une ouverture et le coin, sont appelées *pieds droits*.

Les *lits* d'une pierre sont ses surfaces inférieure et supérieure, qui sont généralement dans une position horizontale dans la muraille.

Les murailles bâties avec des pierres raboteuses, avec ou sans mortier, sont appelées *murailles brutes;* elles sont avec ou sans lit; dans les murailles brutes avec lit, les pierres sont dressées au marteau, et ajustées pour que chaque lit forme une surface horizontale; dans celles qui sont sans lit, les pierres sont employées brutes, presque comme elles sortent de la carrière.

Les pierres de fondement des murailles doivent être aussi grandes que possible; il vaut mieux les avoir d'une forme rectangulaire que d'une autre; si elles ne satisfont pas à cette condition, leur plus large surface doit être posée horizontalement. Avec ces précautions elles pourront supporter les plus grands poids.

Si elles s'écartent beaucoup de la forme rectangulaire, il faut au sortir de la carrière les dresser au marteau. Les blocs de la largeur de la muraille sont ce qu'il y a de mieux ; quand on ne peut en avoir en suffisante quantité, on les fait alterner avec deux petites pierres qu'on dispose comme les briques dans les murailles de 9 pouces à la flamande. Quand les plus grandes qu'on peut se procurer sont insuffisantes, même pour ce dernier arrangement, il faut les disposer de la meilleure manière pour croiser les joints du lit actuel et de ceux qu'on superposera. Tous doivent être bien couverts de mortier.

Quand on se sert de bois pour former des liens, le lit est interrompu ; c'est un inconvénient de ce mode de bâtir, puisque les parties sur lesquelles ils sont disposés doivent être nivelées. Il vaut mieux mettre des liens non interrompus en bois qui conservent le niveau ; mais en cas d'incendie ils perdent tout ; ils doivent donc être évités dans les bâtimens soignés.

Les pierres destinées à former la façade auront leurs surfaces supérieure et inférieure exactement parallèles entre elles, et feront avec la face un angle droit. Si ces surfaces étaient un peu concaves, elles pourraient s'écailler près des bords sous une grande pression. A droite et à gauche elles pourront faire saillie et former à chaque lit une série d'angles comme les espaces compris

entre les dents d'une scie. Elles seront choisies et disposées pour que leurs joints verticaux, et conséquemment l'espace angulaire d'un lit, tombent dans le milieu de celles qui sont au-dessous. Par ce moyen la façade sera liée régulièrement, et la force de la muraille, égale à celle qui serait faite des morceaux rectangulaires. On l'augmente encore beaucoup en adoptant un procédé qui n'est pas assez suivi, et qui consiste à assortir les pierres de manière que celles de chaque lit s'étendent plus loin que celles du lit au-dessus et au-dessous. Dans les façades, les liens de pierres ne peuvent avoir la forme d'un coin; ils doivent être rectangulaires, et ils produisent le meilleur effet quand ils sont alternativement placés au milieu de ceux du dessous et du dessus.

Des colonnes de pierres.

Quand de grandes colonnes de pierres sont faites d'une seule pièce, elles ont, à raison de cette circonstance, beaucoup de solidité; mais, comme on peut rarement se procurer des blocs assez considérables, on y supplée en faisant les joints aussi peu nombreux et aussi minces que possible. On choisit aussi des pierres qui ne les rendent pas sensibles à distance par des nuances de couleur. Il est bien entendu qu'on ne peut y employer que des joints horizontaux, tous

les autres devant être bannis à raison de leur peu de force.

Les pierres propres à faire des colonnes une fois choisies, et l'ordre dans lequel elles doivent se succéder déterminé, la première chose est de fixer le diamètre que chacune d'elles doit avoir à son extrémité. Pour cet effet, on trace la hauteur de la colonne proposée, de grandeur naturelle; on la divise par des lignes parallèles à sa base, en autant de sections que la colonne doit contenir d'assises de pierres, en ayant soin qu'aucune des premières n'excède la longueur qu'on donne à celles-ci. Cela fait, le travail est aisé. Les bouts de chaque pierre doivent d'abord être taillés de manière à ce qu'ils fassent deux plans exactement parallèles. Les deux lits de pierres formés, prenez leurs centres, et décrivez un cercle sur chacun d'eux. Divisez ces cercles dans le même nombre de parties égales, par exemple, 6 ou 8; tirez des lignes qui se croisent à chaque bout, de manière à ce qu'elles passent par le centre et les divisions opposées du même bout. Les extrémités de ces lignes régleront le progrès du ciseau à la surface de la pierre. Cela fait sur un côté, on passe à l'autre, en ayant soin que les lignes se trouvent dans le même plan. La partie cylindrique de la pierre peut être travaillée à l'aide d'une règle droite; mais, pour le renflement de la co-

lonne, il faut se servir d'une règle de diminution, c'est-à-dire concave, à la ligne de la colonne. Cette règle servira à trouver l'aplomb des pierres en les plaçant. Si elle est faite de toute la longueur de la colonne, les sections dans lesquelles la hauteur de celle-ci est divisée, peuvent être marquées sur elle, et servir ainsi à donner à chaque pierre la courbure qu'elle doit avoir ; mais, comme l'usage de cette règle, quand les pierres sont nombreuses, est gênante, on emploie avec avantage des règles qui correspondent à l'étendue de chaque section.

De toutes les méthodes qui ont été proposées pour obtenir la courbure d'une règle devant servir à guider la diminution du fût d'une colonne, la suivante paraît la plus aisée et la meilleure. A, B, fig. 12, pl. I, représente la hauteur d'une colonne; *e f*, le demi-diamètre de la partie inférieure, et *g h*; le demi-diamètre de la partie supérieure, selon les proportions ordinaires de diminution. Comme le tiers inférieur de la colonne doit être cylindrique, tirez une ligne de *e* à *i* parallèle à A B. Nous avons besoin maintenant d'obtenir une ligne courbe qui parte de *i*, et tombe en *g*, sans faire dans aucun point le diamètre des deux tiers supérieurs de la colonne plus grand que le tiers de la plus basse, ou la partie cylindrique. Avec le rayon *i k*, tirez le quart d'un cercle C ; tirez une

ligne de la partie la plus étroite de la colonne, c'est-à-dire de *g*, parallèle à l'axe A, B, qui vienne couper le quart de cercle C. Divisez l'arc contenu entre *i* et le point où *g* coupe C en 4 parties égales, comme *l*, *m*, *n*, *o*, et divisez la hauteur A *k*, dans le même nombre de sections que l'arc, telles que 1, 2, 3. Du point *m* tirez une ligne parallèle à l'axe qui coupera la ligne transversale 3 en *v*; de *n* tirez une autre ligne parallèle à l'axe qui coupera la ligne transversale 2 en *w*; tirez de la même manière une ligne de *o* à la ligne transversale I, quelle coupera en *x*. Maintenant la ligne courbe de la colonne entre *i* et *g* doit passer à travers les points *x*, *w*, *v*; pour cet effet à tous les points compris de *i à g*, ou tout auprès, enfoncez deux chevilles ou clous, de telle manière que la direction qu'ils suivent soit celle des lignes transversales de la colonne. Entre chacune de ces coupes il doit y avoir un espace suffisant pour admettre une tringle de bois mince, comme une latte ou quelqu'autre substance également flexible. On doit faire en sorte de fixer les clous dans une position telle que, quand le morceau de bois est placé entre eux, sa surface inférieure ou extérieure coïncide exactement avec les points de diminution, *i*, *x*, *w*, *v*, *g*. Cela étant fait, il est aisé, avec un crayon ou autre instrument analogue, de tirer une

ligne sur la tringle du bois qui sera la courbe du fût. La pièce destinée à servir de règle de diminution, peut avoir la courbure sur elle. Il est aussi entendu que le nombre de parties dans lesquelles l'arc *l i* et la hauteur A *k* sont divisés, et qui détermine celui des points de diminution obtenus, peut être varié à volonté. Dans aucun cas, cependant, ces divisions ne peuvent être moindres que quatre, quoiqu'elles puissent, pour de hautes colonnes, être de deux ou trois fois ce nombre. La beauté du fût d'une colonne dépend, de la transition imperceptible de la partie cylindrique à la partie effilée; il peut donc être avantageux de diviser l'arc de *i* à *o* en deux parties, ainsi que la division *k* I, du fût. On obtiendra entre *i* et *x* des points de diminution qui rendront la courbe plus parfaite.

Nous signalerons un autre mode de diminuer le fût d'une colonne, qui ne diffère pas essentiellement du précédent. Divisez le fût de D à E, fig. 17, en quatre parties comme 1, 2, 3; divisez l'espace E F, qui est la différence entre le demi-diamètre supérieur E *r*, et le diamètre inférieur D *q*, en un même nombre de parties, quatre, par exemple. Tirez des lignes de chaque division sur E, F, tendantes au point D. La première ligne près de F arrive en D, point auquel la diminution commence dans une direction parallèle à son axe. La ligne suivante

partant du même côté donnera le point *a*, la troisième le point *b*, et la quatrième le point *c*; une ligne du point E, qui est la limite de la diminution, n'a pas besoin d'être tracée. Les points E, *c*, *b*, *a*, D, marquent les places où les clous doivent être enfoncés pour tracer la ligne que la tringle doit suivre. Quelques artistes préfèrent ce mode de diminution. Dans ce procédé, comme dans l'autre, le nombre des divisions est arbitraire, et il vaut toujours mieux qu'elles soient nombreuses.

Voici pour tracer des cannelures et des filets sur le fût d'une colonne la méthode qui paraît être la plus facile : A fig. 10, pl. II, est le fût de la colonne ; faites un trou exactement au centre des deux extrémités, et mettez dans chacun d'eux une cheville de bois, qui se projette de 5 à 6 pouces. Les parties de projection *bb* des chevilles devront être bien rondes et bien au centre des deux bouts. Étant pourvu d'une règle de diminution, faite, comme nous l'avons dit, sur la courbe du fût, vous vous en servirez comme de règle, en la fixant dans les entailles des deux pièces de bois *cc*, pour tourner avec elles sur les chevilles *bb*. On tient le bord de la règle très-près du fût, et un de ses côtés doit tendre exactement au centre, ce qui se fait en donnant cette direction à un côté des entailles en *cc*, comme on le voit par les lignes ponc-

tuées *aa*. Comme la règle de diminution est mince, qu'elle pourrait se plier en traçant les lignes, on la fixe, dans une pièce de bois d'une épaisseur suffisante pour la tenir droite, sur le dos du côté qui ne tend pas au centre. Mais il est difficile de tenir la règle ferme en traçant les lignes: on mettra, en conséquence, dans la pièce de bois sur laquelle elle est attachée deux ou plusieurs vis suivant sa longueur, passant à travers comme *ff*, et la pressant contre le fût; par ce moyen, la règle sera plus solide dans une partie de sa révolution que si elle était tenue par des hommes. Les vis doivent être de bois; si elles sont de fer, on empêche que leurs extrémités n'attaquent la colonne en interposant une pièce plate de métal, ou autre moyen convenable. Ces arrangemens faits, on peut tracer les lignes, avec une pointe d'acier que l'on glisse le long de la règle avec la plus grande précision, sur les divisions, préalablement marquées à une extrémité. Pour obtenir ces divisions, supposez qu'il s'agit de canneler une colonne d'ordre ionique, corinthien ou composite. Divisez la circonférence d'un bout en 6 parties égales, en prenant la moitié du diamètre à ce bout, et l'appliquant autour de cette circonférence; en sous-divisant en 4 ces divisions, la totalité de la circonférence sera divisée en 24. Si vous voulez que la proportion de la cannelure au filet soit

comme 1 à 3, divisez une de ces dernières divisions ou 24e partie de la circonférence en 4 parties égales : une de ces parties sera l'épaisseur d'un filet ; et, en la mettant du même côté dans chaque division, le fût sera convenablement divisé en cannelures et filets, et par conséquent préparé pour l'usage de la règle.

Pour marquer les cannelures et les filets sur un pilastre diminué, tirez une ligne au milieu de sa face de haut en bas. Divisez cette ligne longitudinale en un nombre convenable de parties égales, et tirez, aux points de divisions, des lignes transversales qui croisent la largeur du pilastre ; marquez les cannelures et les filets sur chacune d'elles, et tirez les lignes avec le secours de la règle de bois flexible, comme pour obtenir la diminution du fût.

Des ponts de pierres.

Nous commencerons par l'explication des termes employés dans la construction des ponts.

Les *culées* d'un pont sont les murailles qui posent sur la terre, et dont chacune supporte l'extrémité d'une arche. Les murailles sur lesquelles appuient les extrémités des arches entre les culées se nomment *piles*.

Les *impostes* sont les parties les plus élevées des piles sur lesquelles les arches s'appuient.

Battardeau, caisson de pilotis, est une con-

struction destinée à détourner les eaux de la rivière pendant qu'on bâtit les piles.

L'*ouverture* d'une arche est sa plus grande largeur horizontale.

Les *caissons* sont des espèces de bateaux formées de fortes pièces de bois, parfaitement jointes, qu'on place flottant sur la rivière à l'endroit où doivent être les piles, et qu'on coule à fond après que le sol de la rivière a été excavé et bien nivelé. Les piles sont bâties dans ces caissons qu'on détache et qu'on enlève quand elles arrivent au-dessus du niveau de l'eau; on ne laisse que le fond, qui sert de fondement à la pile.

Poussée exprime la force horizontale d'une arche, par laquelle elle cherche à s'ouvrir elle-même et renverser les piles et les culées.

L'extrados d'une arche est le côté supérieur ou la courbe convexe qui s'appuie sur le dos d'une arche de pierres, et l'*extrados* d'un pont est la courbe que fait la route. *Extrados* est l'opposé d'*intrados*, qui signifie le côté concave d'une arche.

Les pierres dont un côté est sur la façade et l'autre formant une partie de l'intrados, se nomment *voussoirs*. Le voussoir du milieu, au sommet de l'arche, qui est mis le dernier pour serrer et clore le tout, est appelé la *clef de l'arche*.

Les parapets sont des murailles basses sur les côtés de l'extrados, pour la sûreté des gens de pied.

Ces explications données, nous allons entrer en matière. Palladio observe que les ponts doivent avoir les mêmes qualités que les bâtimens, qu'ils doivent être propres à leur objet, beaux et solides. Pour être solides, il faut que leurs fondations soient bonnes; pour remplir leur destination, ils doivent être d'un accès facile et d'une largeur convenable; pour être beaux, ils doivent être bons, et avoir toutes leurs parties bien dessinées et proportionnées entre elles.

Les ponts doivent toujours être construits à angle droit avec le courant, avoir leurs piles proportionnées à la résistance et à la poussée des arches contigues, même dans le cas où les autres seraient tombées. Les faire d'une grosseur au-delà des besoins, serait une faute presque aussi grande que de les faire trop faibles: car, lorsque les piles sont plus larges qu'il ne faut, le courant se contracte, augmente de vitesse, et finit par ruiner les fondations.

Une attention judicieuse aux circonstances locales est toujours d'une grande importance pour la durée d'un pont. Il sera souvent nécessaire de faire, sur les rivières qui sont sujettes à de grandes inondations, des arches qui seront à

sec dans les saisons ordinaires. Quand le choix de la place est fait, il faut toujours préférer l'endroit le plus large de la rivière au plus étroit, parce que l'eau, dans la partie étroite, a une plus grande vitesse, et que cette vitesse est encore augmentée par l'espace qu'occupent les piles. Un autre point auquel on doit faire attention, est la solidité du fond et des bords de la rivière, pour les fondations des piles et des culées. L'immense dépense des pilotis et autres moyens artificiels d'améliorer un mauvais sol, peut être épargnée par une attention convenable à cet égard.

Les arches d'un pont doivent être impaires, afin que l'une d'elles puisse être au milieu, où la vitesse du courant est plus forte; l'arche du milieu doit aussi être plus grande. Comme la dépense des piles est très-considérable, outre qu'elle est gênante dans les rivières navigables, on fait en contruisant des ponts le moins d'arches possible.

On n'est pas d'accord sur la courbe la plus convenable à donner aux arches d'un pont. Non-seulement les architectes, mais les mathématiciens diffèrent beaucoup sur ce point. Cette diversité d'opinions est fondée sur le fait, que des ponts qui ont été reconnus d'une égale bonté, ont été construits avec des courbes demi-circulaires, demi-elliptiques, et autres dénomina-

tions, qui, par conséquent, possédaient différentes propriétés. Quelques-uns prétendent que les arches demi-circulaires doivent être préférées, parce qu'elles pressent plus perpendiculairement sur leurs piles, que de plus petites portions de cercle, et diminuent la poussée sur les culées proportionnellement à leur nombre. D'autres sont pour la courbe elliptique, avec des arches larges et peu nombreuses, parce que l'étendue du rayon de l'arche demi-circulaire exige que la partie centrale de l'extrados soit trop haute. Cette objection est levée en adoptant la forme elliptique, et M. Muller assure que les arches elliptiques ne pressent pas sur les piles avec plus de force que les arches circulaires; qu'étant plus légères, elles n'exigent pas autant de matériaux, et sont conséquemment plus durables.

Comme la force d'un pont repose sur les lois mathématiques, il semble qu'on doit s'en rapporter aux opinions des mathématiciens; mais, si les théoriciens ne sont pas d'accord entre eux, ceux qui joignent aux lumières de la science les connaissances de la pratique pourront découvrir d'où viennent ces indications contradictoires. Hutton, de l'Académie royale militaire de Woolwich, pensait que l'arche mécanique d'équilibre est la seule qui soit parfaitement conforme aux principes des ponts. Cette arche, dit-

il, étant en équilibre dans toutes ses parties, ne peut avoir de tendance à tomber d'un côté plutôt que d'un autre, et doit par conséquent être et plus sûre et plus forte. Le *Dictionnaire philosophique et mathématique* du professeur contient à l'article *pont* une table pour la construction des arches d'équilibre. Pour expliquer la nature d'une arche équilibrée, nous donnerons d'abord la construction de la courbe connue sous le nom de chaînette. Si une corde, parfaitement flexible, d'égale épaisseur et de même densité dans toutes ses parties, est fixée par ses extrémités sur des crochets ou d'autres supports, elle prend la forme de la chaînette. Cette courbe a eu beaucoup de partisans, et parmi eux se trouvait le célèbre Émerson, qui la considérait comme la mieux adaptée à la construction des ponts. Elle le serait en effet si elle était, comme une corde, d'une épaisseur uniforme, attendu qu'en de telles circonstances, cette courbe est une véritable arche équilibrée. Mais elle est loin de satisfaire aux conditions dont il s'agit, et ne peut que rarement servir à cet usage. Chaque forme particulière de l'extrados d'une arche requiert, selon les principes de l'équilibre, une différence dans la forme de l'intrados. Pour rendre cela plus clair, nous reprendrons l'exemple de la corde. Supposons qu'elle soit suspendue le long d'une muraille,

la courbe qu'elle dessine peut y être tracée ; cela une fois fait, augmentez la substance de la corde sur le côté convexe dans quelques parties : vous verrez alors que la courbe n'est plus la même, et qu'elle changera encore à chaque addition. Si l'expérience pouvait être faite avec des matériaux possédant une parfaite flexibilité, ces différences seraient très-sensibles ; et, si les points de suspension étaient les uns des autres à une distance égale au diamètre d'un cercle que la corde envelopperait à moitié, on verrait qu'elle requiert des additions telles qu'elles sont représentées par le n° 2 de la fig. 11, pl. II, avant que le côté concave décrive un demi-cercle. Mais, ces additions faites, si on retourne la figure, comme on le voit n° 1, elle représentera la section d'une arche équilibrée dont l'intrados sera demi-circulaire. Comme un extrados ou ligne qui, s'élevant aux deux bouts, est loin d'être une forme admissible dans la pratique, les arches demi-circulaires ne sont jamais balancées ou équilibrées ; et les partisans du système de l'équilibre assurent que, si de telles arches ont duré des siècles, c'est que le mortier et le frottement ont empêché les pierres de sortir de leur place. Ils ajoutent que, si les matériaux étaient mis en contact, sans cohésion ni frottement, ils n'y resteraient pas si la route était droite ou convexe à travers la longueur de

l'arche, ou différente à tout autre égard de la figure ci-dessus décrite.

Ces observations suffisent pour donner une idée de la nature des arches équilibrées. Le sujet est important, et méritait ces explications : on peut donc conclure que les suggestions de la théorie ne sont pas toujours applicables à la pratique. Les ponts qui n'ont pas été équilibrés ont duré des siècles, et paraissent devoir durer tant que les matériaux dont ils sont composés ne s'écraseront pas. Quoique le raisonnement mathématique sur les arches d'équilibre soit juste, il ne s'applique rigoureusement qu'aux matériaux homogènes, et aux contructions qui ne sont soumises qu'à la gravitation. Si on les exécute dans la forme prescrite, elles cessent d'être des arches d'équilibre sous la pression d'une voiture ou d'un autre fardeau, et ne se soutiendraient pas plus sans l'aide du ciment et du frottement, que toute autre espèce d'arche. Dans les opérations pratiques de la construction d'un pont, la configuration des pierres ne peut être, pour beaucoup d'espèces de courbes, déterminée par une règle générale, qui n'admet pas d'exception, ou bien elle donne lieu à de grandes difficultés d'exécution. L'assemblage des petits défauts de ce genre dans les constructions étendues, nuit singulièrement à leur force. Les arches semi-circulaires ou moindres que le cercle, ayant toutes

leurs pierres de la même forme, peuvent être plus correctes, mieux prises et plus solides que toute autre espèce de constructions analogues. Les courbes elliptiques peuvent être composées de pierres taillées d'une manière plus certaine et plus satisfaisante ; quoiqu'il soit plus difficile que dans les arches circulaires de faire que leurs surfaces qui doivent être en contact pressent uniformément dans toutes les parties sous un poids constant ou accidentel, on peut, avec des attentions, y parvenir, ou au moins atténuer les imperfections au point qu'il n'en résulte pas d'inconvéniens. Il paraît difficile de trouver pour les autres courbes une méthode aisée, générale, de façonner les pierres, ou de déterminer de quel point ou de quels points leurs joints doivent paraître rayonner; on court en outre le risque de se tromper en les mettant en place, et de poser l'une pour l'autre. Mais, comme les arches semi-elliptiques approchent beaucoup de la forme de celles qui sont équilibrées ; que non-seulement leurs contours sont gracieux, mais qu'elles conviennent sur les rivières navigables à raison de l'élévation de leurs hanches ; qu'on peut leur donner diverses hauteurs, et combiner ces différentes propriétés pour la plus grande facilité d'exécution, les architectes se sont généralement décidés en leur faveur. Dans les petits

ponts, on peut conserver la forme semi-circulaire si la quantité de matériaux qu'elle nécessite n'est pas un obstacle ; et, lorsque cette courbe est trop élevée pour la situation, on peut la remplacer par un segment de cercle de moins de 60 degrés : toutes les arches qui ont moins d'un demi-cercle, sont appelées *arches surbaissées*.

Les dimensions des piles d'un pont sont ordinairement déterminées par celles des arches. Leur largeur ne doit pas excéder un quart, ni être moindre qu'un sixième de leur ouverture. On fait en général, pour briser la force du courant, leurs extrémités angulaires ; quelquefois cependant on les fait demi-circulaires, afin d'assurer le pont contre les corps qui sont charriés par la rivière, et viennent le heurter. On fait, pour empêcher que les piles ne soient endommagées dans leur fondation par la vitesse du courant, un trou de la grandeur de la pile que l'on veut asseoir, ou on l'enveloppe d'un rang de pilotis, de planches, etc. Palladio donne les proportions suivantes pour un pont déterminé : La rivière a 180 pieds de large : il fait trois arches, donne 60 pieds à celle du centre, et 48 aux deux autres ; les piles ont 12 pieds ou un cinquième de l'ouverture de l'arche du milieu et un quart de celles qui sont latérales ; les arches ont un

peu moins qu'un demi-cercle : leur clef a un dix-septième de l'ouverture de celle du milieu, et un quatorzième de celle des deux autres ; lorsqu'elles ont 24 pieds, il donne à la clef 60 pouces de long, ce qui semble convenable.

L'automne est la saison la plus favorable pour commencer les fondations d'un pont : c'est ordinairement la plus sèche de l'année, et celle où les eaux sont moins hautes. La méthode la plus simple de s'en garantir, consiste à détourner la rivière, de la place que les piles doivent occuper, et à faire passer l'eau par un canal pratiqué sur le rivage et qui la verse dans son lit un peu plus bas. Mais cette méthode n'est que rarement employée, attendu les dépenses qu'elle occasionne ; l'usage des batardeaux est beaucoup plus commun. A l'aide de cette invention, une partie seulement de la rivière est interceptée, et le courant peut s'écouler par celle qui reste libre. Un aperçu de cette méthode, employée à la construction du pont d'Essex à Dublin, ne sera pas sans intérêt. Autour de la place où la pile devait être construite, on planta deux rangs de forts pilotis à environ 30 pouces l'un de l'autre; on les lia avec des planches entre lesquelles on jeta une grande quantité d'argile; de cette manière la muraille du batardeau se trouva formée. En dedans on enfonça d'autres pilotis, taillés à queue d'aronde de ma

nière, à s'adapter les uns dans les autres, et qui formaient les extrémités du plan des piles au niveau du lit de la rivière. Après avoir creusé dans un lit de sable environ 4 pieds au-dessous, on y enfonça encore autant que possible un grand nombre d'autres pilotis; l'intervalle fut rempli de substances propres à faire une fondation solide. On fit le premier lit avec un mortier composé de chaux et de gros gravier; on y en plaça un deuxième de larges pierres plates d'un pied d'épaisseur, sur lesquelles on étendit du mortier; au-dessus de celui-ci on étendit une couche épaisse de chaux sèche et de gravier de même qualité, sur laquelle on mit encore des pierres plates, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on eût atteint le niveau des pilotis. Trois pièces de bois qui en traversaient toute la longueur, furent liées à leurs extrémités, et les intervalles remplis de maçonnerie. On établit, sur cette plate-forme qui était 4 pieds 6 pouces au-dessous des plus basses eaux, la première assise de pierres de la pile, en les liant ensemble avec du ciment-terras, et on continua de la même manière jusqu'à la hauteur des plus grandes eaux.

Le caisson est une invention d'un usage encore plus général que le batardeau, attendu qu'il s'applique mieux aux courans rapides et profonds. L'ouvrage le plus considérable dans lequel on l'ait employé est le pont de Westmins-

ter. On verra sans doute avec plaisir quelques détails à cet égard. Chaque caisson contenait 900,000 carrés de sapins, et était d'un plus grand tonnage qu'une frégate de 40 canons; sa grandeur était d'environ 80 pieds d'une extrémité à l'autre, et sa largeur de 30. Les côtés, qui avaient 10 pieds de haut, étaient formés de madriers placés horizontalement l'un sur l'autre, liés ensemble par des chevilles de chêne, engagés les uns dans les autres à tous les angles, excepté aux saillans, qui étaient garantis par un mécanisme en fer; couverts et arrangés de manière à pouvoir séparer en deux parties les côtés du caisson, quand la chose serait nécessaire. Ces côtés furent attachés en dedans et en dehors par trois planches de 3 pouces d'épaisseur, dans une position verticale. L'épaisseur des côtés était de 18 pouces en bas et 15 pouces en haut; et, afin de les renforcer encore, on plaça à chaque angle, les deux extrémités exceptées, trois fortes pièces de chêne, qui y étaient solidement boulonnées. Ces côtés furent retenus au fond par 28 morceaux de bois en dehors et 18 en dedans, d'environ 8 pouces de large et 3 d'épais. L'extrémité inférieure de ces liens était taillée en queue d'aronde, et maintenue en place par des coins de fer. Le but des premiers était, quand les piles seraient à une hauteur suffisante au-dessus des basses eaux, et

que le caisson ne serait plus nécessaire au travail de la maçonnerie, d'ôter les coins, de donner la liberté aux tenons pour les sortir de leur mortaise, et permettre aux côtés du caisson de gagner la surface, en laissant leur fond engagé sous la fondation de la pile. La pression de l'eau sur les côtés du caisson était soutenue par une pièce de bois de 14 pouces de large et 7 d'épais, arc-boutant d'un côté à l'autre vers le haut, et servant, avec d'autres moins fortes, placées de même, à soutenir un plancher pour le service des ouvriers.

Ce caisson communiquait avec une écluse pour admettre l'eau. La manière de le manœuvrer était comme il suit. Le creux fait et la place de la pile nivelée, et ayant environ 5 pieds de large de plus que le caisson, celui-ci fut conduit dans cette position; on bâtit dedans quelques assises, et on le coula deux fois à fond pour vérifier le nivellement du lit de la rivière. Enfin, lorsqu'il fut définitivement fixé, on continua le travail de la maçonnerie comme ceux des ports de mer; élevé à la surface du caisson, on désassembla celui-ci pour l'assembler encore, et le faire servir à la construction des autres piles.

Changer le cours d'une rivière au moyen d'un nouveau canal, ou une partie du courant par l'érection d'un batardeau, est un moyen

simple qui a dû prendre naissance avec l'architecture hydraulique, et qui est long-temps resté stationnaire. Dans les premiers temps, lorsqu'une méthode réussissait, on ne cherchait pas à l'améliorer, dans la crainte d'augmenter les difficultés ; mais plus tard, lorsque le caisson fut inventé, que les architectes se furent familiarisés avec ce corps flottant, la transition d'un caisson de bois, qu'on enlève quand on n'en a plus besoin, à un caisson de pierre, qui reste permanent à la partie extérieure de la pile, parut naturelle et aisée. Il dut d'abord venir à l'esprit de celui qui eut cette heureuse idée, qu'en bâtissant à la manière ordinaire, on pourrait réunir les pierres et les cimenter au point de ne pas laisser traverser l'eau ; qu'on pouvait les cramponner et les attacher de telle sorte qu'elles résistassent à tous les efforts des eaux ; on dut remarquer que le poids spécifique de celles qui sont employées dans les constructions n'est que deux fois et demie plus grand que celui de l'eau, et que, quoique la proportion entre les parties solides et les parties creuses d'une maçonnerie flottante ne soit pas toujours facile à déterminer, elle peut cependant être appréciée au point qu'il ne reste pas de doute sur le succès. Le général Bentham a pris, en 1811, une patente pour une nouvelle méthode de faire les fondations des ponts, jetées, etc. Il propose des

constructions creuses en maçonnerie ou en briques, qu'on conduirait flottantes, et qu'on coulerait à fond dans la place désirée. Il observe que ces masses peuvent, à l'aide de tonneaux vides, se soutenir à la surface sans avoir de fond. Il donne un calcul du poids qu'elles doivent avoir quand on les emploie comme piles ou autre objet, et entre dans divers détails d'exécution. M. Hawkins, qui, plusieurs années auparavant, avait annoncé un projet de cette espèce, réclame la priorité de l'invention. Voici la manière dont il procède. Il bâtit ses piles sur les côtes, dans le lieu où elles doivent être lancées; il cramponne fortement le dehors des pierres avec des liens de fer, et il fait la muraille d'une épaisseur telle qu'elle puisse flotter. Il ménage une soupape pour admettre l'eau nécessaire pour couler la maçonnerie, et se munit de pompes pour l'épuiser si la chose est nécessaire.

Pour former la fondation, il creuse le lit de la rivière un peu plus large que la base de la pile, il le nivelle, et, si le terrain n'est pas solide, il l'assure à la manière ordinaire par le moyen des pilotis; il fait ensuite la plate forme pour recevoir la pile, qui doit être, lorsqu'on l'enfonce, chargée de briques et de pierres d'un poids au moins égal à celui de l'eau qu'elle déplace; il pompe ensuite l'eau, et remplit l'intérieur de pierres, de briques

et de mortier. Il obtient ainsi une pile solide.

Dans les lieux où la navigation, ou toute autre cause, ne permet pas d'établir un pont, on a recours aux chaînes suspendues.

Les expériences de Hawkins ont prouvé qu'on peut construire des piles creuses, les conduire sur l'eau, et les couler à une profondeur considérable. Il a fait en briques deux cylindres creux de 11 pieds de diamètre et de 25 de long : il les a enfoncés dans la Tamise à 30 pieds de profondeur, précisément à la place qui leur avait été préparée. Ces cylindres construits en novembre 1810, et lancés à l'eau où ils flottèrent tout l'hiver, furent coulés au printemps 1811. Ils furent soulevés, replongés, et tirés dans toutes les directions. Ces expériences ne laissent aucun doute que des masses considérables de maçonnerie ne puissent être conduites sur l'eau, à la place que l'on désire, et coulées à une profondeur de cent pieds et plus. Elles furent entreprises pour reconnaître la possibilité de former un passage sous la Tamise, d'après un plan moins dispendieux et plus sûr que celui qui avait été présenté. Il en résulte que, par cette méthode, des communications entre les deux côtés d'une rivière peuvent s'établir, à bon marché, dans les lieux où la navigation ou d'autres circonstances rendent les ponts inadmissibles.

La largeur commune des ponts est d'environ 30 pieds; mais, quand ils forment l'avenue des grandes villes, où la route des voitures a presque cette largeur, ils ont de chaque côté des trottoirs de 6 à 9 pieds de large. La largeur du pont de Westminster est de 44 pieds; celle du pont de Blackfriard est de 42. Dans les grandes constructions, les parapets ont environ 18 pieds d'épaisseur; ils sont parallèles dans la plus grande partie de leur longueur; ils divergent à leurs extrémités pour augmenter la largeur de la route, et donner ainsi une entrée qui se lie mieux aux rues, qui sont généralement plus larges que les ponts; ces parties larges sont ordinairement supportées par les seules culées.

Les piles et les culées d'un pont ne sont pas toujours massives; on peut, à l'aide d'un emploi judicieux d'arches ou de voûtes, l'alléger considérablement, sans que sa solidité et sa durée diminuent. Les arceaux sont ordinairement faits un peu au-dessus de la naissance de l'arche. Quand les culées ont des voûtes, il faut avoir soin que, loin de nuire, elles continuent à soutenir la poussée des arches aussi bien qu'auparavant; les côtés des fondations des culées seront un peu concaves: cette forme les rend plus propres à soutenir la pression qu'elles supportent.

Nous observerons, à l'égard du mode de construction qu'on doit suivre dans l'établisse-

ment d'un pont, que, quand le premier lit des pierres a été posé sur la plate-forme du cintre, les autres assises doivent être posées horizontalement, et porter sur la première. Elles ne contribuent que par leur pression à la force de l'arche, ou les assises subséquentes peuvent être placées de manière à en former une série, bâties immédiatement l'une sur l'autre : ce dernier mode est le plus conforme aux lois de la solidité.

Comme le principal objet de ces travaux est pratique, nous nous bornerons à rapporter quelques recherches historiques sur les ponts de pierre les plus remarquables : elles feront diversion à l'aridité des préceptes.

De tous les ponts de l'antiquité, celui que jeta l'empereur Trajan sur le Danube est réputé le plus magnifique. Il fut démoli par son successeur Adrien : on en voit encore les ruines au milieu du Danube, près la ville de Warhel en Hongrie. Il avait 20 piles de pierres, dont chacune d'elles avait, à partir des fondations, 150 pieds de hauteur, et 60 de large; elles étaient l'une de l'autre à 170 pieds : la longueur totale du pont excédait 1590 mètres.

Le pont du Gard est aussi d'une structure très-hardie : les piles n'ont que 13 pieds d'épaisseur; et cependant elles servent à supporter l'immense poids d'une triple arcade qui

joint les deux montagnes. C'est une série de trois ponts de pierre placés les uns sur les autres; le plus élevé forme aqueduc.

Le pont d'Avignon, qui fut achevé en 1188, a 18 arches. Sa longueur est de 1340 pas, environ mille mètres.

Le fameux pont de Venise appelé le Rialto passe pour un chef-d'œuvre; il n'a qu'une arche très-plate, très-hardie, de cent pieds d'ouverture et de seulement 23 pieds de haut au-dessus de l'eau : il fut bâti en 1591. Sa construction paraît néanmoins insignifiante quand on la compare avec un pont de la Chine, qui réunit une montagne à l'autre, et qui n'a cependant qu'une arche de 600 pieds d'ouverture, et 750 de haut : c'est ce qu'on peut appeler un pont volant.

Le pont de Londres fut bâti au commencement du 13ᵉ siècle : il se composait d'abord de vingt arches, de vingt pieds de large chacune. Les deux du milieu s'écroulèrent en 1758, où on les remplaça par une seule. Il a 900 pieds de long, 60 de haut, et 74 de large. Ses piles ont 25 à 34 pieds de large, de manière que, quand la marée est haute, il n'a que 450 pieds d'ouverture, à peine la moitié de la largeur de la rivière.

Le pont le plus long de l'Angleterre est celui de Burton, sur la Trent, bâti dans le douzième

siècle : il a 34 arches, et 1545 pieds de longueur.

Un des ponts les plus singuliers de l'Europe est celui qui fut bâti en 1756 sur la Taa, en Glamorganshire, par William Edward, pauvre maçon de village. Il n'est formé que d'une arche qui, quoiqu'elle n'ait que 18 pieds de large et 35 de haut, a cependant 140 pieds d'ouverture; elle fait partie d'un cercle de 175 pieds de diamètre. C'est le dernier de trois ponts bâtis sur la même place par la même personne. Il mérite d'être cité pour rappeler la persévérance du constructeur au milieu de circonstances les plus décourageantes. Le premier pont qui fût bâti, avait deux arches : il tomba au bout de sept ans; il fut renversé par une inondation qui accumula des corps flottans qui s'opposèrent au passage du torrent à travers les arches. Edward, dont le malheur ne faisait que développer le courage et le génie, se détermina à prévenir un semblable accident en ne faisant qu'une seule arche. Le premier pont qui fut bâti sur ce plan tomba avant qu'il fût fini; ce second accident lui fit imaginer de nouvelles ressources : il conserva son projet de ne faire qu'une seule arche, mais évita le plein des extrémités, qui avait déterminé la chute, et les fit creuses : cette méthode lui réussit.

Parmi les ponts modernes, ceux de West-

minster et de Blackfriard, à Londres, sont considérés comme les plus beaux de l'Europe. Le premier a plus de 400 mètres de long. Il consiste en 13 grandes et 2 petites arches, toutes demi-circulaires, avec 14 piles intermédiaires. L'arche du milieu a 75 pieds de large, et les autres, de chaque côté, décroissent de 4 pieds à la fois. Les deux piles du milieu ont chacune 17 pieds d'épaisseur à la naissance de l'arche; les autres décroissent également, de chaque côté, d'un pied à la fois. Chaque pile se termine par un angle droit qui fait saillie contre le courant. Ce pont est bâti des meilleurs matériaux, et sur un dessin élégant; mais les arches sont trop petites pour la quantité de maçonnerie qu'elles contiennent. Il fut commencé en 1738 et fini en 1750. Il coûta 389,500 liv. sterl.

Le pont de Blackfriard fut commencé en 1760 et terminé en 11 ans. Il est plus léger et d'une construction plus élégante; mais les matériaux ne semblent pas avoir été si bien choisis: car quelques arches sont déjà endommagées. Il se compose de 9 arches elliptiques. La centrale a 100 pieds d'ouverture; celles de chaque côté décroissent régulièrement jusqu'à la plus petite, qui en a 70. Sa longueur, d'un quai à l'autre, est de 995 pieds. L'extrados est une portion d'un très-grand cercle et d'un passage aisé. Il a coûté 150,840 liv. sterl. Cette somme,

qui est beaucoup inférieure à celle qu'a coûté le pont de Westminster, est une preuve de l'avantage d'un petit nombre d'arches elliptiques sur un plus grand de circulaires.

Remarques relatives aux constructions.

Sous ce titre, nous rapporterons quelques particularités concernant la maçonnerie, la briqueterie, et le choix des règles générales qui doivent être observées dans les constructions.

Situation et plan des maisons.

Quand on peut choisir la place pour bâtir, il faut éviter la proximité des marais, des terrains fangeux, et des eaux stagnantes. Si la rivière est très-près, la maison doit être placée sur une position élevée, pour la garantir des brouillards auxquels la première donne naissance. Les lieux où le bétail est en bon état, où les habitans sont gais et vivent long-temps, peuvent être regardés comme très-salubres. Le principal avantage d'une bonne situation, la santé, obtenu, on cherche à en réunir d'autres. La qualité des eaux, l'abondance du combustible, la bonté de la route, méritent une attention spéciale. Un point de vue agréable est aussi quelque chose qui est plus ou moins apprécié, suivant les personnes. Un homme de goût choisira sans doute un pays

agréablement diversifié par les accidens du terrain, des bois, des eaux; mais ceux qui sont peu sensibles à ces charmes, préféreront leur propre commodité. Il y a quelques esprits moroses qui trouveront même un inconvénient dans la beauté des sites du voisinage, qui appellent des visiteurs indiscrets ou incommodes.

Des arbres, à quelque distance de la maison, conviennent mieux que des collines; ils procurent, dans les jours d'été, un air frais et pur, qui entretient la santé; dans l'hiver, ils rompent et diminuent l'âpreté des vents. Les collines à l'est et au sud, sont les plus mal placées. Si le terrain d'une maison est bas, il faut élever le rez-de-chaussée. Les caves contribuent à la sécheresse des habitations.

Quant à la distribution des pièces d'une maison, le cabinet d'étude, la bibliothèque, les principales chambres, et particulièrement celles à coucher, feront face à l'est. Les offices qui demandent de la chaleur, comme la cuisine, la boulangerie, la distillerie, seront placés dans les caves au midi, et celles qui demandent un air frais, comme les caves, le garde-manger, la laiterie, etc., au nord : les galeries de tableaux et d'objets curieux, qui exigent un jour égal, seront aussi placées de ce côté.

La situation fixée, on chargera une personne familiarisée avec la théorie et la pratique

des constructions, de dresser le plan et de fixer l'élévation de toutes les parties de la maison. Un habile architecte non-seulement fera ce plan d'une manière convenable, mais il évitera de grandes dépenses en rectifiant les écarts de goût et les distributions impropres. Pour un petit bâtiment, l'élévation de chaque côté, avec un plan, peut indiquer suffisamment sa forme; mais, pour un bâtiment important, un château, dont la construction exige une description détaillée de toutes ses parties, on doit, pour en bien observer l'ensemble, faire un modèle sur une échelle régulière, en bois d'une seule couleur.

Les pavillons, les petites maisons, qui doivent être isolées, ont une apparence plus agréable quand elles ont une figure cubique; mais cette forme ne convient pas aussi bien aux vastes bâtimens; on les fait plus ordinairement oblongs, et on ne leur donne pas trop d'épaisseur, afin de pouvoir mieux les éclairer. Les meilleures proportions pour un château sont, que sa longueur n'excède pas de plus d'un tiers son épaisseur.

Des chambres.

Le principal objet concernant l'arrangement et les proportions des chambres est sans doute, qu'elles conviennent le mieux à la santé. Les chambres d'une forme rectangulaire sont com-

modes dans leur arrangement : il n'y a pas de place perdue comme dans les formes courbes ; mais pour la santé la hauteur d'une pièce doit être de 10 à 12 pieds, élévation qui même est trop petite pour les pièces décorées d'architecture. La forme carrée est agréable, mais elle convient mieux pour les chambres de peu d'étendue que pour celles qui sont grandes : il serait difficile de les éclairer. Pour les appartemens spacieux, la forme d'un parallélogramme rectangle est la meilleure, et celle qui approche le plus d'un carré ou d'un carré et demi, est la plus belle. Si la pièce a plus que cette dernière longueur, elle a l'apparence d'un passage ou d'une galerie, et il devient impossible d'ajuster sa hauteur à ses autres dimensions. Dans les chambres carrées du premier étage, la hauteur peut être des quatre cinquièmes ou des cinq sixièmes de la largeur d'un côté. Dans les chambres oblongues, la hauteur doit être égale à la largeur. Une erreur en hauteur est préférable à celle qui serait en sens contraire.

La hauteur des chambres du second étage peut être un douzième de moins que celle du premier, et, s'il y a un troisième étage, divisez la hauteur du second en douze parties égales : prenez-en neuf pour la hauteur de ces chambres.

La longueur convenable pour les galeries est

cinq fois leur largeur : elles devront rarement excéder huit fois cette mesure ; leur hauteur peut être un tiers ou trois cinquièmes en sus de leur largeur, suivant leur longueur.

Comme dans les maisons modernes toutes les chambres du même étage ont ordinairement la même hauteur, quels que soient leur grandeur et leur usage ; les proportions convenables à chacune ne peuvent être observées sans occasioner des dépenses extraordinaires : quand ces dépenses ne sont pas un obstacle, on peut les agrandir aux dépens de l'étage supérieur, en les terminant par un dôme, ce qui ajoute encore à leur beauté.

Il faut avoir soin d'empêcher que l'odeur des cuisines ou des offices ne vienne pénétrer dans les salles à manger, ou les chambres à coucher. Le plus difficile est d'en préserver les premières, à cause du voisinage qui est nécessaire à la facilité du service. Dans les maisons situées à la campagne, où on a plus de place pour exécuter ses plans, on peut s'arranger de manière qu'il n'y ait pas de courant d'air qui vienne par les portes et les corridors de la cuisine à la salle à manger ; mais, dans les maisons des villes, où la cuisine est placée au-dessous de cette pièce, l'air chaud qui s'en dégage, chargé de l'odeur des mets, s'élève et vient porter les émanations dont il est chargé dans l'étage supérieur.

On peut cependant remédier en partie à cet inconvénient. Il suffit de construire une hotte ou un entonnoir renversé, qui porterait ces exhalaisons dans la cheminée. Il faut pour cela que son bord inférieur soit au niveau du plafond, et que le tuyau qui y aboutit soit assez large pour donner passage à une masse d'air, de 7 à 8 pouces de diamètre, dont le courant serait déterminé par le tirage. L'ouverture de ce tuyau pourrait être fermée quand il ne se produirait pas d'odeur dans la cuisine.

On doit mettre une cheminée dans toutes les chambres, s'il est possible; il faut les placer dans celles à coucher de manière à ce qu'elles ne soient pas à moins de 2 ou 3 pieds de la place que doit occuper le lit. Dans les appartemens de 20 ou 24 pieds de côté, cet arrangement n'a pas besoin d'être étudié, le lit devant se trouver naturellement loin du feu.

Des cheminées.

L'appartement le plus agréable cesse de l'être quand on est incommodé par la fumée; et néanmoins on se méprend généralement sur les précautions qu'il faut prendre pour l'éviter ou augmenter le tirage de la cheminée. Les maçons ne suivent dans ces constructions que leurs idées, la coutume, etc. Aussi arrive-t-il fréquemment que les cheminées fument, parce qu'elles sont

beaucoup plus étroites au sommet qu'à la base, ou parce qu'elles forment des coudes. Quand elles ont une forme pyramidale, qu'elles ont l'intérieur raboteux avec des pierres saillantes, il est presque sûr qu'elles fument. L'air raréfié par le feu passe avec la fumée; mais, comme en se refroidissant il perd de son pouvoir ascensionnel, il se meut plus lentement et exige un plus grand espace pour circuler. Si le dessus de la cheminée se contracte, que l'inégalité de la muraille vienne encore augmenter l'obstruction, plutôt que de vaincre cette résistance il tombe, et la fumée se répand dans la chambre, surtout si elle est contrariée par un courant supérieur. Pour éviter ces inconvéniens, il faut donc donner une largeur égale et suffisante (un cylindre de 8 à 10 pouces suffit pour les cheminées ordinaires), tenir l'intérieur le plus lisse possible, si elle n'est pas faite d'un tuyau de fonte ou de poterie, et enfin la conduire le plus verticalement possible.

Des expériences nombreuses ont été faites pour prévenir ou empêcher les cheminées de fumer. Nous allons en rapporter quelques-unes, mais nous avons besoin auparavant de donner l'explication de quelques termes. L'ouverture d'une cheminée dans la chambre s'appelle *foyer;* les portions de murailles qui se projettent à droite et à gauche, *jambages;* la traverse

que ceux-ci portent, *manteau*. Le manteau et les côtés de la cheminée dont nous venons de parler forment le *devant;* d'après cela le terme de dos ou *derrière* qui est l'opposé s'explique de lui-même. Les côtés du foyer contenus entre les jambages et le dos sont les *pans*. La partie ouverte immédiatement au-dessus du feu et contenue entre le dos et le manteau est le *tuyau*.

Quand des cheminées s'élèvent en formant une ligne en zigzag, ressemblant aux dents d'une scie, elles sont moins susceptibles de fumer que les autres : les circonstances étant les mêmes, un grand nombre d'essais ont été faits, et paraissent avoir obtenu un succès complet.

Le foyer est ordinairement un carré exact. Dans les chambres hautes et vastes, sa hauteur est souvent moindre que son côté; dans les petites, surtout si les cheminées sont dans un coin, il est beaucoup plus grand. Dans les chambres de 20 à 24 pieds carrés, il peut avoir de 4 pieds à 4 pieds et demi de large; dans celles de 24 à 30 pieds carrés, ou d'une aire égale, 4 et demi à 5 pieds; dans les chambres plus grandes, il peut aller par de semblables proportions jusqu'à 6 pieds. Lorsque les pièces ont de très-fortes dimensions, il est convenable de faire usage de deux cheminées. La largeur de l'ouverture n'est pas très-importante



pourvu qu'elle ne soit pas assez étroite pour empêcher que les pans ne réfléchissent bien la chaleur vers la chambre; mais la hauteur doit rarement excéder 2 pieds 6 pouces sous le côté inférieur du manteau. L'ouverture du tuyau n'aura que 4 à 5 pouces de large, et se fermera par une plaque mobile quand il faudra balayer la cheminée. Plus l'ouverture sera près du feu, plus il y aura de tirage. Dans les cheminées de 3 pieds et demi de large sur le devant, le tuyau au-dessus de l'ouverture aura environ 12 pouces carrés, et la règle générale est que l'aire de la section horizontale du tuyau soit égale à celle de la section horizontale du feu. Si le tuyau était uni et circulaire, ce mode de proportionner sa capacité le rendrait trop grand. Quand on est obligé de couder la cheminée, il ne faut pas le faire à angles, mais suivant une courbe. Les hautes cheminées tirent toujours mieux que les basses, et l'influence des vents se fait moins sentir. Un appartement dont les portes et les fenêtres sont bien closes peut être incommodé de la fumée quand même la cheminée serait bien construite : quelques petits trous pratiqués dans le tuyau et débouchant à l'extérieur sont en pareil cas un remède efficace.

Une autre méthode d'augmenter le tirage d'une cheminée consiste à élever la grille à 11

ou 12 pouces au-dessus du cendrier, et à laisser un espace de 2 pouces de vide entre la plaque et le dos de la cheminée. Si la grille est d'une forme ordinaire, on remplira les côtés avec un mur de briques. A l'aide de cette disposition, l'air chaud qui passe derrière la plaque de la cheminée contribue à l'élévation de la fumée, et empêche qu'elle ne se refoule dans la chambre. Il n'est pas besoin de faire observer que la suie qui peut obstruer le tuyau, est une cause de fumée.

Il y a dans la pratique plus d'inconvénient qu'on ne pense à faire ramoner les cheminées par des enfans. Un travail aussi préjudiciable à la santé dans toutes les périodes de la vie, mais surtout dans l'extrême jeunesse, a souvent et fortement excité la commisération des philanthropes : divers moyens ont été proposés pour rendre leur ascension inutile et abolir une pratique si funeste à l'humanité. Le plus facile est celui des brosses tirées par le haut et par le bas, ou poussées de bas en haut par un homme placé dans l'appartement. La première méthode est inconvenante et coûteuse; la dernière, qui est de l'invention de Smart, est souvent pratiquée, et a reçu de justes approbations. Les tiges par lesquelles la brosse est poussée sont creuses, courtes, et jointes ensemble par une corde qui les traverse. Aussitôt que la partie inférieure de

la première tige est à la hauteur du manteau, une autre tige est glissée sur la corde, et l'alongement du tout est ainsi continué jusqu'à ce que la brosse sorte par le haut de la cheminée, où elle s'étend au moyen d'un ressort, et ne peut plus se contracter, de manière qu'elle entraîne la suie avec elle. Mais aussi long-temps qu'on continuera de faire des cheminées carrées, courbes et raboteuses, il est à craindre que les appareils à ramoner ne remplissent pas complétement leur but. Les inventions recommandées par leur humanité sont quelquefois si long-temps à se répandre, qu'un homme puissant rendrait un grand service à la société s'il les propageait.

Parmi les améliorations, il n'en est peut-être pas qui aient été plus avantageuses que l'usage des métaux pour des objets auxquels, un demi-siècle auparavant, on ne les aurait pas crus applicables. Au commencement du siècle dernier, la plupart des verroux, des loquets, étaient en bois, ou, si on les faisait faire par un forgeron du lieu, on n'avait qu'un objet grossier, qui avait coûté beaucoup de travail et d'argent. Maintenant l'usage du fer et du cuivre s'est étendu et a remplacé le bois et la pierre. A Eaton-Hall, château du lord Grosvenor, près Chester, les châssis des fenêtres, l'escalier et tous les ornemens sont de fer fondu; une balustrade de même métal, peinte, a toute la

beauté de la pierre. Des patentes ont été prises pour faire la charpente des toits en fer ; on exécute avec ce métal des cages d'escaliers qui peuvent se placer en peu d'heures. Des ponts de fer ont été construits ; des tuyaux pour la conduite des eaux, et mille autres objets qu'on faisait autrefois en bois, se fabriquent avec ce métal.

Le fer vient d'être adopté pour les tuyaux de cheminée : ce mode met à l'abri des incendies, et donne la facilité de ramoner avec le balai, ou même, comme on le voit quelquefois, au moyen du feu. Les tuyaux de fer ont trois huitièmes de pouce d'épaisseur, et huit à neuf pouces de diamètre. L'ouverture des cheminées actuelles est trop grande : on est obligé de la diminuer par différens moyens quand la grille est en place ; et souvent, lorsque cette diminution n'est pas opérée par une plaque mobile, il faut l'agrandir pour laisser passer le ramoneur ; les tuyaux de fer ne donnent pas tous ces embarras : ils peuvent s'emboîter, sur le sommet du foyer qu'on fait en fonte, comme les autres parties.

Pour rendre sensibles les avantages de ce mode de construction, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails : prenons un exemple pour fixer les idées. On fera d'abord, comme nous l'avons dit, un tuyau de fonte de fer de huit pouces de diamètre, quoique 7, 6 et

même 5, soient suffisans pour les plus grands foyers. La longueur de chaque morceau de tuyau sera de 3 à 5 pieds; l'épaisseur n'est que de trois huitièmes de pouce : on pourra facilement le manier ; il ne sera pas trop lourd. On les emmanchera solidement l'un dans l'autre ; on lutera les jointures avec du mortier ; et, comme 4 pouces de briques suffisent de chaque côté, ils ne feront pas saillie dans l'appartement lorsqu'ils seront taillés dans un mur de deux briques d'épaisseur. On remplit les interstices entre les briques et le tuyau avec de la terre ou, mieux, avec du mortier liquide. On peut faire au tuyau un joint en biais *a*, fig. 15, pl. Ire, pour qu'il joigne exactement, et que la suie ne puisse s'y loger quand il est entouré de mortier.

Le feu, s'il se manifeste dans une ou plusieurs cheminées construites sur ce plan, ne sera jamais assez considérable pour agir à travers le tuyau sur une masse solide comme la muraille. La suie ne tapissera pas les parois comme elle fait dans les cheminées où elle se condense. Le ramonage pourra complétement s'opérer avec l'appareil de Smart. Dans les incendies, la cheminée tombe souvent, déchire la muraille, et a besoin d'être reprise à neuf. Si un pareil événement arrive à une construction dont les tuyaux de cheminée soient en fer, ceux-ci contri-

bueront à soutenir la muraille, ou, en cas de chute, la plus grande partie des tuyaux peuvent resservir. Quoiqu'on puisse facilement laisser la largeur d'une brique autour des tuyaux dans les petits bâtimens, où l'espace est précieux, une brique de champ suffit pour la sécurité. Quand on fait usage de tuyaux de fer, on n'a pas besoin de plâtrer la cheminée.

On voit à l'inspection de la fig. 13, n° 1 et 2, pl. I, et fig. 14, n° 1 et 2, l'espace que l'on gagne par l'adoption des tuyaux de fer. Si on exige la largeur de 9 pouces pour le diamètre extérieur, on peut encore les loger dans les murailles de deux briques d'épaisseur, sans qu'ils fassent saillie dans l'appartement. Dans les coins de deux briques, ou même d'une brique et demie, il y a une place suffisante, comme on peut s'en convaincre en examinant le plan de ces murailles, pl. I, pour placer ces tuyaux qui en augmentent encore la force. On voit, par les figures auxquelles nous renvoyons, que, dans les circonstances les moins favorables à ce système, on gagne presque la moitié de l'espace occupé par les cheminées ordinaires.

L'augmentation de dépense qu'occasionnent les cheminées rondes, si on les fait en briques ou en pierres, est probablement la raison qui a empêché de les adopter, quoique leurs avantages ne soient pas contestés.

On sait que les tuyaux des poêles et des fourneaux des chimistes, quoique leur section soit beaucoup moindre que celle du feu et que la quantité d'air requis pour produire une chaleur considérable puisse être augmentée à volonté, ont un plus fort tirage que celui des cheminées d'un double volume. Le système dont il s'agit n'est que l'application de cette espèce de cheminées à nos usages domestiques.

Des portes.

Les anciens, selon Vitruve, faisaient ordinairement leurs portes plus étroites en haut qu'en bas. Ces sortes de trapèzes furent probablement adoptés parce qu'ils avaient la propriété de se fermer d'eux-mêmes.

Les portes varient dans leurs dimensions suivant la hauteur de l'étage et la grandeur du bâtiment dont elles font partie. Dans les maisons particulières, elles ont en général 4 pieds, et 3 pieds sont souvent suffisans. Pour les petites, la hauteur est ordinairement, à la largeur, dans le rapport de 7 à 3; dans les grandes, la première de ces dimensions ne doit pas excéder la deuxième de plus du double. Les portes d'entrée de palais, de châteaux, ont souvent de 4 à 6 pieds de large, et celles des édifices publics, de 6 à 10. Les portes excédant trois pieds de largeur doivent avoir des feuilles pliantes. Dans les

maisons récemment construites, il n'est pas rare de voir de larges portes pliantes : elles servent, en cas de besoin, à réunir deux chambres, au lieu d'en enlever le mur de séparation. Dans ce cas, la largeur de ces espèces de portes est deux fois ce qu'elle est ordinairement. Toutes les portes d'un même étage ont en général la même hauteur.

Quand la principale porte d'entrée est dans le milieu, elle établit une communication plus facile avec toutes les parties du bâtiment, et contribue à la symétrie de la façade. S'il n'est pas possible de la placer au centre, on lui en substitue ordinairement une fausse, et on met la véritable où elle est praticable. Les portes d'entrée des maisons élégantes sont souvent ornées de portiques dans le style grec ou romain ; mais on les entoure encore plus généralement d'un architrave surmonté d'une corniche, et avec frise formant entablement.

Des fenêtres.

En déterminant le nombre et la grandeur des fenêtres, il faut avoir égard à la destination, à la position, à l'élévation du bâtiment, à celle de l'étage, et à l'épaisseur des murs. Dans les maisons particulières, quoiqu'on ait beaucoup de latitude à cet égard, il y a cependant des limites qu'on ne peut outrepasser sans détruire

harmonie des proportions, et perdre de la lumière. En général, les pieds droits ne doivent avoir ni moins ni plus de deux fois la largeur de l'ouverture. Les fenêtres, dans tous les étages du même côté, doivent avoir la même largeur, à moins que la commodité n'exige qu'on n'en dispose autrement pour les étages inférieurs. Les lois de la symétrie et même de la solidité demandent qu'elles soient exactement l'une audessous de l'autre. Cette pratique, si négligée par nos ancêtres, est maintenant indispensable. L'ouverture des fenêtres sera plus large en dedans de chaque côté, pour admettre une plus grande masse de lumière.

Pour déterminer la grandeur de l'aire des fenêtres qu'il convient d'ouvrir dans un appartement, extrayez la racine carrée du cube de la pièce : le quotient sera la mesure cherchée. Par exemple, supposez une chambre de 40 pieds de long, 30 de large et 16 de haut, vous prendrez $40 \times 30 \times 16 = 19{,}200$ pieds cubes. La racine carrée sera, en négligeant une petite fraction, 138 pieds, qui exprimeront l'aire des ouvertures. 138 pieds feront 4 fenêtres d'une belle grandeur, et en divisant ce nombre en 4 parties, l'aire de chacune sera de 34 pieds et demi. L'aire obtenue, suivez la règle ordinaire, qui demande que la fenêtre d'un rez-de-chaussée ait plus de deux fois sa largeur en

hauteur : chaque fenêtre aura donc 8 pieds 8 pouces de haut, et 4 pieds de large. On détermine de la même manière la grandeur des ouvertures des fenêtres pour les chambres d'une autre dimension.

Les appuis des croisées ont ordinairement 3 pieds à 3 pieds et demi au-dessus du plancher; cette hauteur est calculée pour qu'on puisse s'appuyer commodément; mais, depuis que la mode de prolonger les fenêtres jusqu'au niveau du plancher s'est introduite, au moins pour celles des salons, on ne donne, par imitation, que 2 pieds, ou au plus 2 pieds 6 pouces, aux autres.

Il est nécessaire d'observer que le grand nombre et la largeur des fenêtres sont nuisibles quand elles ne sont pas rigoureusement nécessaires, parce qu'elles augmentent, en hiver, la difficulté de tenir les appartemens chauds, attendu que l'air de l'intérieur vient se refroidir contre le vitrage. C'est pour cette raison qu'en Russie on emploie des fenêtres doubles; l'air conduit mal la chaleur : la couche qui est interposée entre les deux empêche que l'appartement ne soit trop promptement refroidi. Le froid n'est ni assez considérable ni assez long pour qu'on recoure, en France, à ce moyen; mais il serait peut-être avantageux de l'employer pour les fenêtres d'escalier, qui con-

tribuent à la déperdition de la chaleur, qui monte dans les étages supérieurs.

Le nombre des fenêtres, de chaque côté de la porte d'entrée, doit être égal; mais un nombre impair de croisées convient mieux à un appartement, surtout quand elles sont du même côté : on évite par là l'inconvénient d'avoir un pan de mur au milieu de la pièce.

Les fenêtres du premier étage sont ordinairement les plus ornées; la méthode la plus simple est de les environner d'un chambranle, avec ou sans frise et corniche. On laisse fréquemment sans ornemens toutes les fenêtres, excepté celle du centre, au second étage. Quand celles de l'étage principal ont des frontons, celles de l'étage au-dessus doivent avoir un chambranle avec frise et corniche, et celles du troisième, un chambranle seulement. Les appuis de toutes les fenêtres du même étage doivent être de niveau.

Des escaliers.

La bonne disposition de la cage d'un escalier, relativement à sa situation, à sa forme et à la manière dont elle est éclairée, exige toute la science de l'architecte. Dans les maisons somptueuses, les marches n'auront pas moins de 4 pouces ni plus de 6 de haut, et de 12 à 18 pouces de large, et leur longueur pas moins de 6 pieds ni plus de 15. Dans les maisons ordinaires, elles

sont ordinairement plus hautes : elles sont aussi nécessairement moins grandes en largeur et en longueur. Si on cherche la beauté et la commodité, on leur donne une hauteur de 7 pouces, une largeur de 10, et une longueur de 3 pieds. Les escaliers sont plus commodes à monter quand le dessus de la marche est un peu en pente, ou plus haut sur le derrière. Les anciens faisaient toujours les marches en nombre impair, pour que le pied qui était d'abord placé sur la première marche arrivât le premier au haut de l'escalier.

Des toits.

Les architectes comprennent, sous la dénomination de toits, non-seulement la couverture extérieure d'une maison, mais la charpente et les autres parties nécessaires pour la supporter.

Chez les anciens, dans les pays où il pleut rarement, les toits étaient entièrement plats ; mais les Grecs, apercevant l'inconvénient de cette forme, s'en écartèrent un peu. Ils les inclinèrent d'un huitième ou d'un neuvième de leur largeur. Les Romains, qui avaient plus de raison que les Grecs de donner de l'inclinaison à leurs toits, leur donnèrent en pente un cinquième à deux neuvièmes de la largeur. Les nations modernes du nord adoptèrent généra-

lement les toits dont la section verticale formait un triangle équilatéral. Aucune partie des bâtimens n'a été plus sujette au caprice, et aujourd'hui on varie encore sur cette inclinaison. Dans les maisons d'habitation ordinaire, elle est d'un tiers à un quart de la largeur; mais, pour les palais et les édifices publics, il n'y a pas de mesure arrêtée : elle dépend du caprice ou de quelques vues particulières.

Les toits inclinés font écouler plus promptement que les autres la pluie et la neige; ils ne sont pas non plus autant endommagés par les vents; la pluie pénètre moins entre les tuiles, et, comme leur pression approche le plus de la perpendiculaire, ils font moins souffrir les murailles. Ils sont cependant plus coûteux que les autres, parce qu'ils exigent des bois plus longs et plus forts, et plus de tuiles, attendu leur grande surface. Mais, quoique les toits moins inclinés aient l'avantage de l'économie, ils demandent des ardoises plus larges, et plus de soin dans leur exécution.

Le toit, quand il est soigneusement exécuté et en rapport avec les murailles extérieures, est un des principaux liens d'un bâtiment. On se fera une idée des connaissances et de l'expérience qui sont nécessaires pour le bien construire, quand on saura qu'on a établi des toits de 60 pieds de large avec des bois dont aucun n'a-

vait plus de 10 pieds de long et 4 pouces carrés.

Pour déterminer l'inclinaison à donner au toit quand on doit prendre en considération celle qui est la plus convenable aux matériaux qu'on veut y employer, on pourra suivre les règles suivantes :

Pour les couvertures en plomb, divisez la largeur d'abord en deux parties, *voyez* fig. 16, pl. I, et une de ces parties en 4, comme 1, 2, 3 et 4; avec deux de ces parties, décrivez un quart de cercle 2, lequel donne la pente pour une couverture en plomb ;

Pour les tuiles courbées ou pannes, divisez la largeur, comme ci-devant, en deux parties, et une de ces deux parties en quatre; avec trois parties, décrivez un quart de cercle 3, qui donnera la hauteur cherchée ;

Pour les tuiles plates, divisez la largeur en deux parties ; avec une d'elles, faites un quart de cercle, qui indiquera la hauteur du toit. Plus les matériaux sont légers, moins le toit doit avoir d'inclinaison.

Les tuiles dont on se sert ordinairement forment une couverture très-pesante et, qui pis est, ne conservent pas les bois sur lesquels elles sont posées, mais rendent la maison humide, parce que l'eau les pénètre facilement. Elles sont, sous ce rapport, très-inférieures aux ardoises, qui se laissent moins imbiber d'eau qui non-seule-

ment augmente le poids de la couverture; mais encore la détériore dans les temps de gelée. Aussi l'effet en est-il plus sensible dans les maisons couvertes en tuiles que dans celles qui le sont en ardoises, surtout si l'on a employé les bonnes espèces qui sont peu perméables; cependant les tuiles vernies peuvent, jusqu'à un certain point, jouir de cet avantage. L'évêque de Landaff a pris une tuile et une ardoise, les a pesées chacune séparément: leur surface était d'environ 30 pouces carrés. Il les plongea toutes deux pendant 10 minutes dans l'eau, et les pesa dès qu'elles furent égouttées; la tuile s'était imbibée de la septième partie de son poids d'eau, et l'ardoise seulement d'un deux centième. Il les plaça l'une et l'autre devant le feu: au bout d'un quart d'heure, l'ardoise fut complétement sèche et du même poids qu'avant d'être mise dans l'eau; la tuile n'avait à cette époque perdu que 12 grains de son poids par l'évaporation, qui avait emporté l'eau dont la surface était couverte; il fallut 6 jours d'exposition dans une chambre chauffée à 25 degrés pour la sécher entièrement. Ainsi, si une tuile s'imbibe de la septième partie de son poids en 10 minutes, et qu'elle ait besoin de 6 jours de chaleur à 25 degrés pour se sécher, on doit en conclure que les toits couverts avec ces matériaux sont

rarement secs. Les bois qu'ils renferment doivent avoir une force suffisante pour supporter leur poids dans cet état d'humidité.

Les plus belles qualités d'ardoises bleues se vendent à Londres 3 s. 6 d. le load, et les plus communes 2 s. 4 d. Treize loads de la plus belle espèce couvrent un toit de 42 mètres carrés ; il en faut 18 de l'autre. Ainsi voilà 1000 liv. de moins sur 42 mètres carrés quand on emploie la première qualité d'ardoises, et la différence de cette légèreté dépend moins de la qualité de la pierre d'où elle provient, que de son épaisseur ; et, sous ce rapport, elle est inférieure à l'autre en durée.

L'état suivant donne le poids moyen d'une couverture de 42 mètres carrés de bâtiment, selon les matériaux qu'on a employés.

Cuivre	4 quintaux.
Belle ardoise	26
Plomb	27
Ardoise grossière	36
Tuiles	54

Tels sont les avantages d'une couverture en ardoises que, si on peut s'en procurer sans des frais de transport considérables, elles doivent obtenir la préférence. Elles durent des siècles, au moins les bonnes espèces. Il y en a de diverses couleurs, blanche, brune, bleue ; la couleur offre quelque prévention en faveur de la qua-

lité. La bleue claire est toujours la moins pénétrable à l'eau. On a essayé plusieurs méthodes pour reconnaître la bonté des ardoises qui ne proviennent pas d'une carrière bien connue. Quand en les frappant contre une grosse pierre elles rendent un son pur, c'est une preuve qu'elles sont bonnes; et si, en outre, elles se coupent bien sans s'écailler, elles sont parfaites; ou bien on les plonge verticalement sur une longueur de 6 pouces dans l'eau, en ayant soin qu'elles ne soient pas mouillées accidentellement au-dessus de cette hauteur. On les laisse 24 heures en cet état; au bout de ce temps, si l'ardoise est bonne, le fluide ne se sera pas élevé plus d'un demi-pouce au-dessus de sa surface, et souvent aux bords seuls, où sa contexture a été un peu endommagée en la taillant; mais dans une ardoise défectueuse, spongieuse, l'eau montera plus ou moins haut, et quelquefois jusqu'au bout. Voici un autre mode d'essai, dans lequel on peut avoir confiance. On pèse deux ou trois ardoises, on les plonge entièrement dans l'eau pendant 12 heures; ensuite on les essuie avec un linge : si leur poids ne diffère pas, on peut les considérer comme bonnes. On peut leur allouer une drachme sur une douzaine de livres, mais il ne faut pas dépasser ce terme. La principale raison de l'infériorité des ardoises qui s'imbibent d'eau, est qu'elles s'effeuillent par la

gelée. Quand on ne peut se procurer les bonnes espèces, il faut les améliorer par une application de goudron, comme on l'a déjà dit en parlant des tuiles.

Le mastic de John est peut-être la meilleure composition artificielle qu'on puisse employer pour couvrir; il a certainement des avantages marquans, il est moins cher qu'aucune couverture connue; il est plus léger et plus uni que le plomb, et dure autant. Il convient également pour les terrasses sur lesquelles on marche, et pour les toits angulaires. Les toits qui sont destinés à en être couverts entièrement doivent être planchéiés comme pour le plomb, à cela près que le bois n'a pas besoin d'être aussi épais. Pour les terrasses il faut qu'il ait trois quarts de pouce, mais pour les toits angulaires un demi-pouce suffit. Cette couverture se compose de pierres calcaires, et de goudron avec un peu de poudre d'os calcinés. Les lames sont égalisées à l'aide du cylindre. On pourrait croire que le goudron qui entre dans cette composition la rend très-combustible; mais il a été prouvé par des expériences qu'elle l'est très-peu : elle résiste aux effets de la chaleur deux ou trois fois autant que le plomb. Ces feuilles ont 4 pieds de long, et 2 pieds de large; on les soude ensemble avec la même composition.

Des planchers.

Les planchers de bois sont ordinairement en sapin ; la première qualité est choisie sans nœuds et sans veines croisées ni gerçures ; la deuxième consiste en planches aussi sans aubier ni gerçures, avec de petits nœuds ; la troisième se compose de celles qui ne peuvent entrer dans les deux autres. Quand on fait un marché pour la construction d'un bâtiment, on doit indiquer la qualité des bois pour éviter les méprises. Comme tous se rétrécissent avec le temps, la quantité de leur contraction augmente avec leur dimension ; les planchers faits avec de larges planches laissent bientôt apercevoir des joints considérables : aussi, dans les maisons soignées, non-seulement on choisit le bois le meilleur et le plus sec, mais encore on coupe les planches en bandes étroites, afin de répartir les défauts sur un plus grand nombre de joints, et les rendre moins apparens ; on n'appelle planches étroites dans ce cas que celles qui ont moins de 5 pouces de large.

Il y a plusieurs manières de joindre les planches et de les attacher sur les lambourdes : la plus ordinaire est de rendre les bords de la planche carrés, c'est-à-dire de les mettre à angle droit avec les surfaces supérieure et inférieure ; on les presse alors l'une contre l'autre,

et on les cloue par la surface supérieure. Quand le bois n'est pas bien sec, on cloue d'abord la première et la quatrième planches; on prend les deux intermédiaires un peu plus larges que l'espace qui doit les recevoir, et on les force d'y entrer en les comprimant. Pour mieux y réussir, on fait les bords de ces deux planches en biais, et on place le plus élevé dans le milieu. La quatrième planche de la dernière série devient la première de la suivante; l'opération est répétée jusqu'à ce que la plancher soit fini. Les clous sont enfoncés à la surface de la planche, et le trou est rempli avec du mastic de vitrier; mais, dans les chambres qui ne doivent pas être couvertes de tapis et cependant conserver une belle apparence, l'emploi du mastic peut être évité en ne chassant pas les clous par le dessus. On chasse des pointes dans le milieu de l'épaisseur des planches parallèlement à leur surface, de la même manière que font les layetiers pour leur caisse; les clous sont posés en biais sur le côté et dans la moitié de l'épaisseur de la planche. Quelquefois les joints sont réunis à rainure et languette : par cette méthode, si les planches se contractent, elles ne laissent pas de fentes à travers lesquelles il puisse passer quelque chose; mais ces planchers sont plus coûteux que les autres, à raison de l'augmentation de travail,

et de la plus grande quantité de bois qu'ils exigent.

Il est toujours convenable de faire un plancher avec des planches d'une seule longueur ; mais, quand on ne le peut pas, les bouts des deux planches doivent se réunir sur une solive, et être bien de niveau.

Avant de poser les planches, il faut examiner si le dessous des lambourdes est dans le même plan. Le défaut le moins grave est d'être un peu abaissé dans le milieu : car dans ce cas on peut les élever en passant dessous de petits morceaux de bois ; mais il faut enlever avec l'herminette les places trop élevées.

Le sapin jaune bien sec est le meilleur bois qu'on puisse choisir pour les planchers, il garde sa couleur long-temps ; les planches qui sont blanches noircissent par les fréquens lavages, et prennent une apparence désagréable.

Dans les habitations de la classe ouvrière, le plancher du rez-de-chaussée est quelquefois fait avec une espèce de mortier. La meilleure composition qu'on puisse employer à cet usage est formée de deux tiers de chaux, un tiers de cendre de charbon de terre et un peu d'argile. On fait tremper ces ingrédiens pendant une dixaine de jours, et on les pétrit. On répète cette opération trois ou quatre jours, jusqu'à ce que le mélange devienne doux et gluti-

neux. On nivelle la terre, on étend la composition à la hauteur de 2 pouces et demi à 3 pouces, et on l'égalise avec une truelle. La saison la plus chaude de l'année est la plus propre pour appliquer ce mortier qui fait, lorsqu'il est sec, un plancher durable.

Proportions des bois.

On trouve dans le traité intitulé : *le Charpentier anglais*, les deux tables suivantes qui indiquent les proportions des bois dans les petits et les grands bâtimens.

Proportions des bois pour les petits Bâtimens.

Poteaux à supporter en sapin.

HAUTEUR.	GROSSEUR.
pour 8 pieds.	4 pouc. carrés.
10	5
12	6

Poteaux à supporter en chêne.

HAUTEUR.	GROSSEUR.
pour 10 pieds.	6 pouc. carrés.
12	8
14	10

Solives de sapin.

pour 16 pieds.	8 pouc. sur	11
20	10	12 1/2
24	12	14

Solives de chêne.

pour 16 pieds.	10 pouc. sur	13
20	12	14
24	14	15

Lambourdes de sapin.

pour 6 pieds.	4 pouc. sur	2 1/2
9	6 1/2	2 1/2
12	8	2 1/2

Lambourdes de chêne.

pour 6 pieds.	5 pouc. sur	3
9	7 1/2	3
12	10	3

Soliveaux de sapin.

pour 6 pieds.	5 pouc. sur	2 1/2
8	5	2 3/4
10	6	3

Soliveaux de chêne.

pour 6 pieds.	4 pouc. sur	3
8	5 1/2	3
10	7	3

Petits chevrons de sapin.

pour 8 pieds.	3 1/2 po. sur	2 1/2
10	4 1/2	2
12	5 1/2	2 1/2

Petits chevrons de chêne.

pour 8 pieds.	4 1/2 po. sur	3
10	5 1/2	3
12	6 1/2	3

Poutres de sapin.

pour 30 pieds.	6 pouc. sur	7
45	9	8 1/2
60	12	11

Poutres de chêne.

pour 30 pieds.	7 pouc. sur	8
45	10	11 1/2
60	13	15

Grands chevrons de sapin.

LONGUEUR.	GROSSEUR.	
	LARGEUR. SOMMET.	ÉPAISSEUR. BASE.
pr 24 pieds.	5 po. et 6	6 po. et 7
36	6 1/2 8	8 10
48	8 10	10 12

Grands chevrons de chêne.

LONGUEUR.	GROSSEUR.	
	LARGEUR. SOMMET.	ÉPAISSEUR. BASE.
pr 24 pieds.	7 po. et 8	8 po. et 9
36	8 9	9 10 1/2
48	9 10	10 12

Proportions des bois pour les grands Bâtimens.

Poteaux à supporter en sapin.

HAUTEUR.	GROSSEUR.
pour 8 pieds.	5 pouc. carrés.
12	8
16	10

Poteaux à supporter en chêne.

HAUTEUR.	GROSSEUR.
pour 8 pieds.	8 pouc. carrés.
12	12
16	16

Solives de sapin.

pour 16 pieds.	9 ½ po. sur	13
20	12	14
24	13 ½	15

Solives de chêne.

pour 16 pieds.	12 pouc. sur	14
20	15	15
24	18	16

Lambourdes de sapin.

pour 6 pieds.	5 pouc. sur	3
9	7 ½	3
12	10	3

Lambourdes de chêne.

pour 6 pieds.	6 pouc. sur	3
9	9	3
12	12	3

Soliveaux de sapin.

pour 6 pieds.	4 pouc. sur	3
8	5 ½	3
10	7	3

Soliveaux de chêne.

pour 6 pieds.	5 pouc. sur	3 ½
8	6 ½	3 ½
10	8	3 ½

Petits chevrons de sapin.

pour 8 pieds.	4 ½ po. sur	3
10	5 ½	3
12	6 ½	3

Petits chevrons de chêne.

pour 8 pieds.	5 ½ po. sur	3
10	7	3
12	9	3

Poutres de sapin.

pour 30 pieds.	7 pouc. sur	8
45	10	11 ½
60	13	15

Poutres de chêne.

pour 30 pieds.	8 pouc. sur	9
45	11	12 ½
60	14	16

Grands chevrons de sapin.

LONGUEUR.	GROSSEUR. LARGEUR. SOMMET.		GROSSEUR. ÉPAISSEUR. BASE.	
pr 24 pieds.	7 po. à	9	8 po. à	9
36	8	9	9	10 ½
48	9	10	12	12

Grands chevrons de chêne.

LONGUEUR.	GROSSEUR. LARGEUR. SOMMET.		GROSSEUR. ÉPAISSEUR. BASE.	
pr 24 pie s.	8 po. à	9	9 po. à	10
36	9	10	10	12
48	10	13	12	14

L'auteur des tables précédentes observe que, quoiqu'elles ne semblent pas avoir besoin d'explication, il ne sera pas inutile d'ajouter quelques remarques. Toutes les pièces qui doivent se lier doivent être moitié plus épaisses : ainsi un soliveau de 3 pouces d'épaisseur devra dans ce cas en avoir 4 et demi, sans rien changer à l'autre dimension.

S'il n'est pas utile d'avoir un pilier carré, qui est cependant la meilleure forme dans quelques cas : multipliez le carré d'un de ses côtés par lui-même, par exemple ; s'il est de 6 pouces carrés, comme six fois six donnent trente-six, il faut, pour avoir un pilier de la même force, trouver deux nombres qui produisent la même somme. Supposons qu'un côté ait 4 pouces et l'autre 9 : quatre fois neuf font trente-six, donc l'aire de la section horizontale sera la même, et la force presque égale à celle du pilier carré.

Les poteaux qui doivent s'élever à la hauteur de deux ou trois étages n'ont pas besoin d'avoir les proportions indiquées dans la table, parce qu'à chaque étage ils se trouvent liés avec une poutre. Supposez un poteau de 30 pieds de haut, et que dans cette hauteur il y ait trois étages, deux de 10 pieds et un de 8 : la table indique pour les piliers de 10 pieds de haut une épaisseur de 5 pouces carrés, c'est-à-dire 25 pouces carrés qui se doublent pour les

deux étages ; et pour ceux de 8 pieds on trouve 4 pouces carrés : cela fait 16 pouces carrés qui, étant ajoutés aux 50 autres, font 66 pouces carrés : ainsi un tel poteau devrait avoir plus de 8 pouces carrés ; on peut l'amincir de plus en plus à chaque étage.

Toutes les poutres et les grands chevrons doivent être forcés, à cambrure ou forme arrondie sur le côté supérieur, et avoir une convexité de 1 pouce sur 18 à 20 pieds : la raison en est que les bois, soit par leur propre poids : soit par celui qu'ils ont à porter, tendent toujours à s'affaisser ; placés de cette manière, ils ne peuvent devenir concaves, ce qui serait un inconvénient.

Les solives dans les planchers et les pièces de la charpente du toit dans lesquelles les chevrons sont reçus n'excéderont pas une portée de plus de 12 pieds d'un support à l'autre. Les fortes solives des planchers ne seront pas écartées de plus de 5 pieds, ni les solives plus de 10 à 12 pouces de l'une à l'autre.

Selon les expériences de Muschenbroek, le sapin est capable de supporter dans le sens de la longueur de ses fibres ou de soutenir comme pilier un plus grand poids que le chêne ; mais il lui est de beaucoup inférieur pour porter des poids dans celui de sa longueur. Dans les tables précédentes, l'épaisseur du sapin,

pour piliers et grands chevrons, est moindre à proportion que celle du chêne; mais, pour les autres bois, particulièrement pour les poutres, beaucoup de personnes pensent que les proportions données dans la table doivent être interverties, et que les épaisseurs assignées au sapin doivent être données au chêne.

DESCRIPTION

D'un procédé à l'aide duquel on obtient une espèce d'acier fondu, semblable à celui des lames damassées orientales; par M. Bréant.

La surface moirée des sabres orientaux a dû faire croire qu'ils sont fabriqués avec ce qu'on appelle une étoffe, c'est-à-dire un composé de barres ou de fils d'acier soudés, corroyés et tordus en divers sens.

Une longue série d'expériences, entreprises pour éclaircir la question, m'a démontré que la matière du damas oriental est un acier fondu plus chargé de carbone que nos aciers d'Europe, et dans lequel, par l'effet d'un refroidissement convenablement ménagé, il s'est opéré une cristallisation de deux combinaisons distinctes de fer et de carbone.

Cette séparation est la condition essentielle : car, si la matière en fusion est subitement refroidie, comme elle le serait dans une lingotière, il n'y a pas de damassé apparent : il n'est visible qu'à la longue.

La loi découverte par Berzelius, suivant laquelle se combinent les corps qui ont entre eux quelque affinité, explique d'une manière satisfai-

sante la propriété qui caractérise l'acier des damas orientaux, de se moirer à la surface lorsque, après l'avoir poli, on le soumet à l'action d'un acide très-affaibli.

Si les combinaisons des corps qui ont entre eux de l'affinité n'ont lieu qu'en proportion fixe, tout ce qui excède cette proportion n'entre pas en combinaison, mais se trouve seulement mélangé. Or le fer et le carbone forment au moins trois combinaisons distinctes. L'acier qui est à l'une des extrémités de la série, ne contient qu'une très-petite portion de carbone (un centième); la plombagine au contraire contient douze à quinze fois plus de carbone que de fer. Les fontes blanches et noires occupent l'espace intermédiaire.

Supposons que dans la préparation de l'acier on ne fasse pas entrer assez de carbone, il n'y aura d'acier formé qu'à proportion de la quantité de carbone combiné; le reste sera du fer seulement mélangé : alors, le refroidissement s'opérant lentement, les molécules d'acier plus fusibles tendront à se réunir et à se séparer de la portion du fer. Cet alliage sera donc susceptible de développer un damassé; mais ce damassé sera blanc, peu prononcé, et le métal ne sera pas susceptible d'une grande dureté, parce qu'il sera mêlé de fer.

Si la portion de carbone est précisément telle



qu'elle doit être pour convertir en acier la totalité du fer, il n'y aura qu'une seule espèce de combinaison; dès lors aucune séparation des composés distincts n'aura lieu pendant le refroidissement : c'est ce qui m'est arrivé plusieurs fois, et ce qui, je présume, pourra servir à faire reconnaître la meilleure proportion de carbone dans la fabrication de l'espèce d'acier le plus propre au travail des métaux.

Mais, si le carbone est un peu en excès, la totalité du fer sera d'abord convertie en acier; ensuite le carbone resté libre dans le creuset se combinera dans une nouvelle proportion avec l'acier déjà formé. Il y aura deux composés distincts, de l'acier pur, et de l'acier carburé, ou de la fonte. Ces deux composés, d'abord mélangés indistinctement, tendront à se séparer, lorsque la matière liquide restera en repos: alors il se formera une cristallisation, dans laquelle les molécules des deux composés se rangeront suivant leur affinité respective ou leur degré de pesanteur.

Que l'on trempe dans de l'eau acidulée une lame faite avec de l'acier ainsi préparé, il se développera un damassé très-apparent, dans lequel les parties d'acier seront noires; et celles de l'acier carburé resteront blanches, parce que l'eau acidulée met plus difficilement à nu le carbone de l'acier carburé.

Le carbone irrégulièrement réparti dans le métal, et formant deux combinaisons distinctes, est donc ce qui donne lieu au damassé, et l'on conçoit aisément que, plus le refroidissement est lent, plus les veines damassées doivent être larges. C'est pour cette raison qu'il faut peut-être éviter de fondre des masses trop considérables, ou bien il faudra apporter quelque modification au procédé. A l'appui de mon opinion, je crois devoir citer Tavernier, qui, dans son voyage en Perse, a donné quelques renseignemens qui nous font connaître la grosseur des billes d'acier qui, de son temps, étaient employées à la fabrication des lames damassées.

« L'acier susceptible d'être damassé vient, dit-il, du royaume de Golconde; il se trouve dans le commerce en pains de la grosseur d'un pain d'un sou; on les coupe en deux pour voir s'ils sont de bonne qualité, et avec chacune des deux moitiés on fait une lame de sabre. »

D'après ce récit, il est évident que cet acier de Golconde était en culot comme le wootz, et que les culots ne devaient pas peser plus de deux ou trois kilogrammes.

Tavernier ajoute que, si dans la trempe de cet acier on suivait les procédés d'Europe, il se briserait comme du verre.

On doit conclure de là qu'il est très-difficile

à forger, Réaumur en a fait l'observation.

Ce savant, ayant reçu du Caire des échantillons d'acier indien, ne trouva personne à Paris qui pût les forger. A ce sujet il déclare que ce doit être la faute de nos ouvriers, puisque les Orientaux parviennent à travailler cette espèce d'acier. J'expliquerai bientôt comment il faut procéder pour réussir.

Comme le carbone a la principale influence, non-seulement sur le damassé de l'acier, mais encore sur ses qualités intrinsèques, il est à craindre que MM. Stodart et Faraday n'aient été induits en erreur dans leur travail, ainsi que je l'ai été moi-même long-temps, et qu'ils n'aient attribué à des alliages métalliques des effets dus plus particulièrement à une proportion plus considérable de carbone.

Je suis très-éloigné de contester l'existence des alliages métalliques dans les sabres orientaux, bien que dans le peu de fragmens que j'ai eu l'occasion d'examiner je n'aie trouvé ni argent, ni or, ni palladium, ni rhodium; il me semble néanmoins très-probable que diverses combinaisons auront été tentées. En effet, le même peuple qui était parvenu à durcir le cuivre par des alliages, n'a-t-il pas dû, par analogie, essayer le même procédé sur le fer?

Cette façon de voir m'a conduit à former di-

vers alliages métalliques, dont quelques-uns m'ont donné des résultats satisfaisans. Une des lames de sabre que j'ai présentées à l'exposition, contient un demi pour cent de platine et une proportion plus considérable de carbone que les aciers ordinaires; c'est à cet excès de carbone qu'est particulièrement dû son damassé. D'excellens rasoirs ont été faits avec le même alliage.

Quoi qu'il en soit, je ne conseille de faire l'essai de ces alliages qu'après s'être bien assuré des effets du carbone pur, et de commencer par des combinaisons en très-petites portions. L'addition d'un métal rend l'acier plus cassant; j'ai cependant obtenu des alliages ductiles en portant l'or et le platine jusqu'à quatre pour cent, et le cuivre et le zing jusqu'à six.

Quant au zing, je dois avertir qu'il y a quelques précautions à prendre lorsqu'on veut l'employer dans l'alliage : il détonne fortement : il ne faut donc en projeter dans le bain que de très-petites portions. J'ajouterai qu'en forgeant l'acier allié de zing, une partie du métal volatil se dissipe.

Le manganèse s'unit facilement à l'acier, et l'alliage se forge aisément; mais il est très-cassant à froid : j'en ai fait des burins qui entamaient le fer sans avoir été trempés; le damassé qui en résulte est très-noir et très-prononcé.

La plombagine m'a paru dans quelques circonstances adoucir l'acier qu'un excès de carbone rendait trop aigre ; du moins j'ai obtenu d'excellens résultats de cent parties d'acier, une de noir de fumée et une de plombagine.

Mais une expérience fort remarquable par le parti que l'on pourrait en tirer dans un travail en grand, c'est que cent parties de fer doux et deux de noir de fumée fondaient aussi facilement que l'acier ordinaire. Quelques-unes de nos meilleures lames sont le produit de cette combinaison ; elle a l'inconvénient de prendre beaucoup de retrait par le refroidissement, et les culots ont souvent des cavités qui les rendent difficiles à forger ; mais si, au lieu d'acier damassé, on voulait se borner à faire de l'acier ordinaire, on éviterait le retrait par le refroidissement, en coulant cet acier dans une lingotière.

On voit par cette expérience qu'il n'est pas nécessaire, pour obtenir du bon acier, de commencer l'opération par cémenter le fer : on peut le traiter de suite avec le noir de fumée, ce qui diminuerait beaucoup les frais de fabrication.

Cent parties de limaille de fonte très-grise, et cent parties de pareille limaille préalablement oxidée, ont produit un acier d'un beau damassé, et propre à la fabrication des armes

blanches. Il est remarquable par son élasticité, qualité précieuse dont ne jouit pas l'acier de l'Inde. Plus la proportion de fonte oxidée est forte, plus l'acier est nerveux, l'oxigène se portant sur les métaux terreux et sur une partie de carbone. On conçoit que, plus il y aura d'oxide, plus le résultat aura de ductilité ; moins aussi il sera dur.

Les fontes les plus noires réussissent le mieux. Je suis convaincu qu'avec de semblables fontes on pourrait fabriquer très-en grand de l'acier fondu dans des fourneaux à réverbère, en suivant un procédé analogue à celui de l'épuration du métal des cloches, c'est-à-dire, en ajoutant au métal en fusion une portion du même métal oxidé, ou mieux encore de l'oxide de fer naturel.

Il me paraît également possible de convertir en acier fondu la totalité du produit des forges à la catalane, en faisant à la construction des fourneaux des changemens qui permettraient d'achever la fusion du métal. Il me semble que si j'avais à construire une de ces forges je réussirais à trouver le moyen de fabriquer avec beaucoup d'économie les qualités d'acier les plus désirables.

J'ai toujours eu soin de bien remuer la matière en fusion avant de la laisser refroidir : cela est indispensable lorsqu'on fait des alliages mé-



talliques; autrement le damassé n'est pas homogène.

C'est après avoir tenté la combinaison de l'acier avec la silice et l'alumine amenées à l'état métallique, que je m'aperçus de l'influence du carbone dans la production du damassé; dès lors j'eus soin d'employer toujours le noir de fumée.

Si dans l'analyse des aciers que j'ai fondus il se trouvait quelques terres, il faudrait supposer qu'elles proviennent de la fonte employée, ou du fer, ou de la plombagine, ou enfin des creusets.

Plus l'acier contient de carbone, plus il est difficile à forger; la plupart de ceux que j'ai forgés n'ont pu être étirés qu'à une température dont les limites sont assez resserrées. Chauffés au rouge blanc, ils s'émiettent sous le marteau; au rouge cerise, ils deviennent durs et cassans, et cette disposition augmente en proportion de l'abaissement de la température; de telle sorte qu'une fois parvenus au-dessous du rouge cerise, si on veut enlever une portion avec le burin ou la lime, on les trouve beaucoup plus durs et plus cassans qu'après leur entier refroidissement.

Il est évident que les aciers de l'Inde, que la plupart de nos ouvriers ne peuvent étirer, sont dans le même cas; et si les Orientaux les tra-

vaillent sans peine, c'est qu'ils connaissent les limites de la température qui leur convient.

Je me suis assuré par l'expérience que les veines orbiculaires, que les ouvriers appellent *ronces*, et qui se voient sur les belles lames orientales, sont le résultat de la manière de forger. Si on se contente d'étirer l'acier en long, les veines sont longitudinales; si on l'étend également en tous sens, le damassé a une apparence cristalline; si on le rend onduleux dans les deux sens, il y aura des nuances comme au damas dans l'Orient. Il ne faudra pas de longs essais pour arriver à produire tel dessein de moiré que l'on voudra.

Quant au procédé à suivre pour développer le damassé, de manière que l'acier puisse devenir noir ou bleuâtre, sans perdre son poli, celui qui m'a paru le meilleur est celui des Orientaux. M. le vicomte Héricart de Thury en a donné la description dans un rapport inséré au Bulletin de la Société d'encouragement, n° CCX, décembre 1821, 20e année, page 361.

FIN.

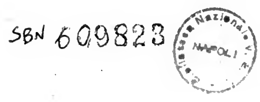


TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

DES CONSTRUCTIONS.

DE LA MAÇONNERIE.

TABLE

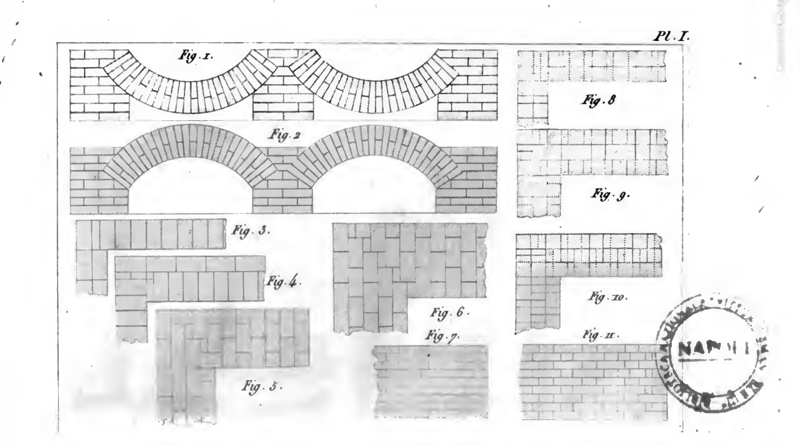
DES PLANCHES DU VOLUME.

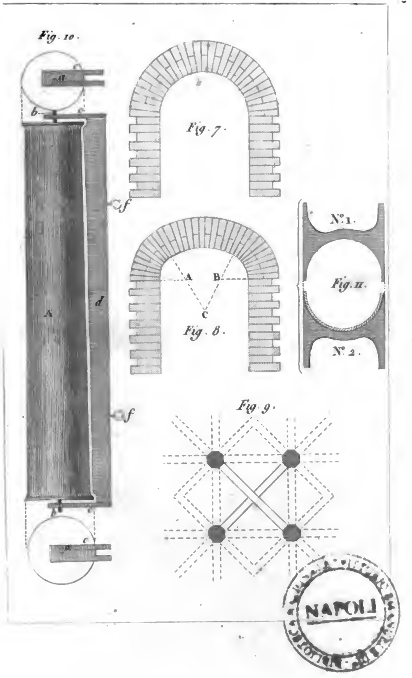
Les planches renfermant des transpositions, on devra consulter cette table qui offre le n° de la page, celui de la figure, et la planche où se trouve décrite cette figure.

FIN DE LA TABLE.

AVERTISSEMENT.

Les planches renferment quelques transpositions de figures. Le temps n'a pas permis de les rectifier; on s'est borné à les indiquer en regard, en sorte qu'il suffira, lorsqu'on ne trouvera pas dans une planche le numéro dont on a besoin, de passer à la suivante, et de consulter le supplément qu'elle contient.


Pl. I.
Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.


Fig. 10.
a
b
c
A
d
f
f
Fig. 7.
A
B
C
Fig. 8.
N°. 1.
Fig. 11.
N°. 2.
Fig. 9.
NAPOLI

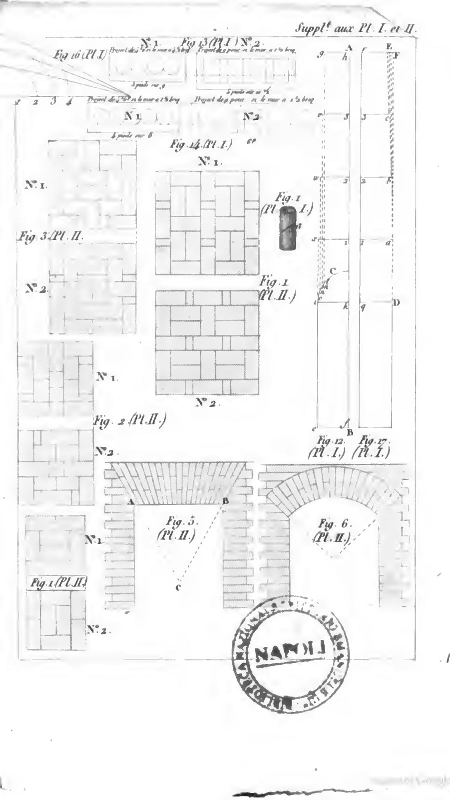


Fig 16 (Pl. I.)
Fig 13 (Pl. I.)
N.° 1.
N.° 2.
N.° 1.
N.° 2.
Fig. 14. (Pl. I.)
N.° 1.
Fig. 1 (Pl. I.)
N.° 1.
Fig. 3. (Pl. II.)
N.° 2.
Fig. 1 (Pl. II.)
N.° 1.
N.° 2.
Fig. 2 (Pl. II.)
N.° 2.
Fig. 12. (Pl. I.)
Fig. 17. (Pl. I.)
A
B
C
D
E
F
Fig. 5. (Pl. II.)
Fig. 6. (Pl. II.)
N.° 1.
Fig. 1. (Pl. II.)
N.° 2.




BIBLIOTECA